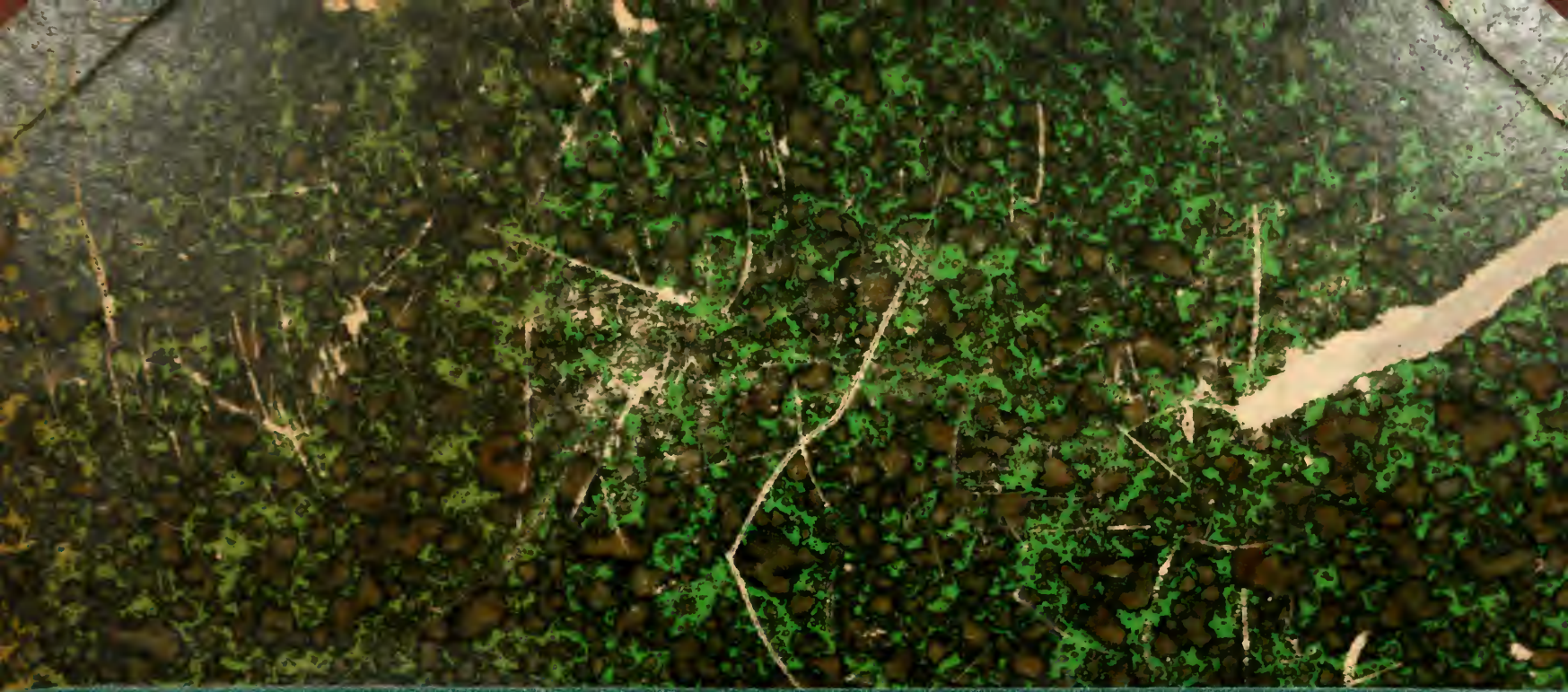


SHOUT
SHARE
IT

XB
.E73

v. 29
1911

THE • NEW • YORK • BOTANICAL • GARDEN
PRO SCIENTIA SALUTE
POPULIQUE
1891
LIBRARY

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

NEUNUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

BAND XXIX

MIT 29 TAFELN, EINER BILDNISTAFEL UND 73 TEXTABBILDUNGEN
IN 202 EINZELFIGUREN.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRAEGER,

W 35 Schöneberger Ufer 12a

1911

Sitzung vom 27. Januar 1911.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster und Assistent an der botan. Abteilung der Kgl. Forstakademie in **Eberswalde,** Schneiderstr. 7 (durch F. SCHWARZ und A. MÖLLER).

Graf v. Schwerin, Fritz, Präsident der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft in **Wendisch-Wilmersdorf** (durch O. APPEL und R. KOLKWITZ).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Fröschel, Dr. **Paul,** in **Czernowitz.**
Weber, Dr. **Friedr.,** in **Wien.**
Fay, Percy, in **Berlin.**
Schlumberger, Dr. **O.,** in **Dahlem.**
Schweidler, Josef, Professor in **Lundenburg.**

Herr P. MAGNUS teilte mit, daß F. v. HÖHNEL in den Annales Mycologici Vol. VIII, 1910, S. 590, mit Recht darauf hingewiesen hat, daß die von ihm in diesen Berichten, Bd. XXVIII, 1910, S. 377—380 aus Transvaal beschriebene parasitische Pilzgattung *Hyalodema* bereits ein Jahr vorher 1909 im Bulletin de la Société mycologique de France Tome XXV, S. 13 und 14. von P. HARIOT und N. PATOUILLARD als neue Mucedineengattung *Coniodictyum* beschrieben worden war. F. v. HÖHNEL weist auch darauf hin, daß sie mit der 1901 beschriebenen Gattung *Stemphyliopsis Annie* L. Smith im Journ. Royal Micr. Soc. 1901, S. 617, die in England auf keimenden Klee- und Kohlsamen auftrat, zu vergleichen sei; doch scheint Vortr. diese nicht parasitisch, sondern saprophytisch auf den keimenden Klee- und Kohlsamen aufgetreten zu sein. Jedenfalls haben HARIOT und PATOUILLARD seine Gattung *Hyalodema* ein Jahr vorher beschrieben, und hat daher ihr Name vor dem seinen jedenfalls die Priorität.

JUL 14 1922

HARIOT und PATOUILLARD haben eine ebenfalls auf *Zizyphus (Z. Baclei)* parasitierende Art aus der Region des Tschadsees beschrieben, das *Coniodictyum Chevalieri*, das aber auf den Früchten von *Zizyphus (Z. Baclei)* wächst, wie auch in ihrer Fig. a klar abgebildet ist, während der nunmehr als *Coniodictyum Evansii* P. Magn. zu bezeichnende Pilz konstant nur auf den durch ihn veranlaßten krebsartigen Auswüchsen des Stengels über oder unter dem Blattstiele, oder solchen auch mitten am Internodium oder am Blattstiele, wächst, wie l. c. von ihm beschrieben und abgebildet ist.

Nun meint merkwürdigerweise V. HÖHNEL l. c., daß es zu vermuten sei, daß wenigstens ein Teil der Auswüchse vom Pilze frühzeitig befallen sei. Dies ist ohne Zweifel sehr richtig, gilt sogar für alle Auswüchse, da dieselben eben nach der Meinung des Vortr. das Produkt des parasitischen Angriffes des Pilzes sind, ein echtes Mycocecidium darstellen. V. HÖHNEL meint nun aber, daß, weil die Pilzgallen mit stark verschmälerter Basis aufsitzen und besonders, weil, wie Vortr. beschrieben hat, von dieser Basis zahlreiche Gefäßbündel in das Innere der Galle eintreten, die ohne Zweifel mit den Bündeln des Stammes oder der Blattspur in Verbindung stehen, die gallenartigen Bildungen nicht einfache Gewebeerscheinungen sein könnten, sondern aus eigenen morphologisch bestimmten Gliedern der Nährpflanze durch frühzeitige Einwirkung des Pilzes entstanden sein müßten. Dieser Schluß erscheint dem Vortr. ebenfalls sehr merkwürdig. Jeder, der sich mit Gallen beschäftigt hat, weiß, daß bei jeder durch den Reiz der Parasiten oder Inquilinen veranlaßten größeren parenchymatischen Wucherung sich Leitbündel im wuchernden Parenchym bilden, die von den Bündeln der Wirtspflanze ausstrahlen oder sich ihnen anlegen, wie man es ausdrücken will. Das hat z. B. meisterhaft WORONIN an *Plasmodiophora Brassicae* Woron. beschrieben und abgebildet. Um aber auch eine Pilzgalle mit ganz verschmälerter Basis zu nennen, weist Vortr. auf die bekannten Galläpfel von *Exobasidium Rhododendri* Cramer hin, die mit punktförmiger Basis dem Rhododendronblatte aufsitzen und von Leitbündeln mannigfach durchzogen sind. Da bei biologisch ähnlich auftretenden Pilzgattungen, z. B. der Gattung *Exoascus* u. Verw., die verschiedenen Arten sich durch den verschiedenen Angriff der Wirtspflanze unterscheiden, hält Vortr. das auf krebsartigen Auswüchsen von *Zizyphus* sp. in Transvaal auftretende *Coniodictyum Evansii* P. Magn. für wohl verschieden von dem auf den Früchten von *Zizyphus Baclei* am Tschadsee auftretenden *Coniodictyum Chevalieri* Har. & Pat.

Mitteilungen.

I. F. Tobler: Zur Ernährungsphysiologie der Flechten[1]).

(Eingegangen am 21. Januar 1911.)

Vom Stoffwechsel und den Nährstoffen der Flechten fehlt es uns durchaus an greifbaren Vorstellungen, insbesondere solchen, die durch Versuche gestützt sind. Bekannt ist durch analytisch-chemische Arbeit, daß vielen Flechten als Produkte ihres Stoffwechsels Körper zukommen, die nirgend sonst im Pflanzenreich vorliegen, die Flechtensäuren oder „Flechtenstoffe" schlechthin. Durch Kulturversuche habe ich gezeigt[2]), daß solche Stoffe, die schon vorher als Produkt des Pilzes in der Flechte erkannt worden waren, gerade dem mit der Alge zur Flechte vereinigten Pilze zukommen, von ihm in isoliertem Zustand aber nicht gebildet werden können. Dadurch wurde der spezifische Charakter der Flechtenstoffe als solcher erklärt.

Alles andere aber, was an Vorstellungen über die Ernährungs- und Stoffwechselphysiologie der Flechten in unsern einschlägigen Bearbeitungen auftaucht, geht im wesentlichen aus von dem, was über den Stoffwechsel der beiden Flechtenkomponenten bekannt ist[3]). Hieraus allein werden Mutmaßungen über Qualität und

1) Bei den vor etwa 5 Jahren begonnenen Kulturversuchen mit Flechtenpilzen und Flechten auf künstlichem Substrat oder Lösungen sind mir eine Reihe physiologischer Probleme begegnet, von denen ich nur einiges der Klärung entgegenführen konnte. Von anderm und so zurzeit von weiterer physiologischer Arbeit an Flechten mußte ich um äusserer Umstände willen Abstand nehmen. Mir ist indessen schon bei den bisherigen Arbeiten aufgefallen, daß unsre augenblicklich geläufigen Vorstellungen von der Ernährungsphysiologie der Flechten in manchem der Durchsicht und Ergänzung bedürfen, und in dieser Hinsicht halte ich die Resultate einiger Versuche schon jetzt für wert, vorgebracht zu werden.

2) Tobler, F, Das physiologische Gleichgewicht von Pilz und Alge in den Flechten. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1909, XXVII, 421.)

3) So etwas wie eine kritische Überlegung dieser Punkte findet sich m. W. nur bei Frank, A. B., Über die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten (Cohns Beitr. z. Biologie 1877, II, S. 194). Hier wird allerdings für die „echten" Lichenen kein Saprophytismus (im Gegensatz zu den rindenbewohnenden) angenommen und für jene der Satz aufgestellt: „Da das Auftreten der Apothecien von dem Vorhandensein der Gonidien abhängt, so scheint mir allerdings der Pilz einen Nutzen aus seinem Mieter zu ziehen."

Quantität der dem gemeinsamen Haushalt von den beiden Komponenten beigesteuerten Stoffe abgeleitet. Wie man ursprünglich auf Grund der auffallenden Differenz in der natürlichen Ernährung von Algen und von Pilzen zu der Vorstellung eines ergänzenden Haushalts, einer Symbiose, kam (ausgesprochen zuerst von DE BARY), brauche ich nicht zu erörtern. Ebenso ist es klar, daß eine nähere Betrachtung der mutmaßlichen Verhältnisse den größeren Vorteil (Empfang der Kohlehydrate) auf die Seite des Pilzes legte, dem bei der Alge nur die Lieferung von Wasser resp. darin gelösten anorganischen Nährstoffen als möglich gegenüberstand. (Helotismus WARMINGs.) Hierbei ist aber ganz übersehen worden, daß diese Verhältnisse nur in dem sonst freilich schwer ernährungsphysiologisch begreiflichen Falle zutreffen, daß es sich um steinebewohnende Flechten handelt[1]). Abgesehen davon, daß selbst bei diesen im Beginn der Ansiedlung immer Erdpartikelchen und später auch eigne Mycelreste als organisches Substrat erscheinen können, ist bei sehr vielen Flechten, bei Erd- und Baumbewohnern, die Sache sicher so, daß der Pilz in hohem Grade saprophytisch auftritt. Damit aber wird er sofort ganz anders produktiv für den Haushalt der Flechte. Noch mehr wird das der Fall sein da, wo der Pilz, unbeschadet seines Charakters als Flechtenteilhaber, zum Parasiten am lebenden Substrate wird, wie bei FITTINGs epiphyllen Flechten oder andern in biologischem Übergang befindlichen Objekten[2]).

Andre haben in andrer Weise den Flechtenpilz allgemein als Parasiten, aber an der zugehörigen Alge aufgefaßt, ja diese Meinung ist vielfach die herrschende geworden[3]). Vertritt z. B.

1) So auch PFEFFER, Pflanzenphysiologie 2. Aufl., I, 357. Deshalb nimmt er für eine Anzahl Flechtenpilze sicher die Zugehörigkeit zu den Peptonorganismen an (S. 352).

2) Vgl. FITTING, H., Über die Beziehungen zwischen den epiphyllen Flechten und den von ihnen bewohnten Blättern, (Ann. du jard. bot. de Buitenzorg 3. Suppl. 1910, S. 505), und meine Arbeit „Zur Biologie der Flechten und Flechtenpilze" in Jahrb. f. wiss. Bot. 1911, 49.

3) So z. B. FISCHER, A., Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. (Jena 1903) S. 162. Von den ZUKALschen „Halbflechten" will ich dabei noch ganz absehen. Diese stehen durchaus im Einklang mit meinen Anschauungen über die verschiedenartige Biologie der Flechten, sind selbst aber physiologisch zu wenig klargestellt. (ZUKAL, Halbflechten, Flora 1891, N. R. 49, besonders S. 105.) Übrigens spricht z. B. auch MÖLLER (Über die Kultur flechtenbildender Ascomyceten ohne Algen, Münstersche Diss. 1887, S. 50) davon, daß die Flechtenpilze „unzweifelhaft zu den ausgeprägtesten Parasiten" gehören und daß damit ihr Widerstand gegen künstliche Kultur erklärt sei. Ich meine,

FÜNFSTÜCK diesen Standpunkt nur mit Vorsicht (er spricht von einer besonderen Art eines einseitigen Parasitismus[1]) so haben andrerseits ELENKIN und DANILOV die Vorstellung weiter ausgebaut[2]). Diese Autoren stützen sich im wesentlichen auf die immerhin noch vereinzelten Fälle eines beobachteten Eindringens der Flechtenpilzhyphen in die Algen, wie solches z. B. von BORNET und HEDLUND angegeben wird. Daneben vermuten die russischen Autoren freilich noch Tötung der Gonidien durch Ausscheidung von Enzymen seitens der Pilze, eine an sich wohl unbeweisbare Annahme. Recht dürften sie damit haben, daß in manchen Flechten tote Gonidien sich regelmäßig vorfinden[3]), ebenso ist es auch sehr wohl vorstellbar, daß in solchem Falle der Pilz sie verzehrt, sowie er auch organische Bodenbestandteile angreift. Wie ELENKIN aber will, geht dem Saprophytismus ein Parasitismus voraus.

Sehen wir nun einmal von allen besonderen Annahmen über die Ernährungsphysiologie der Flechten ab und halten wir fest, was wir im allgemeinen von Seite der Pilze als möglich anerkennen müssen, so ist es das: Die Flechtenpilze nehmen Wasser und anorganische Bestandteile aus dem Boden auf, können also solche auch weitergeben. Sie sind aber — da es sichere Saprophyten darunter gibt[4]) — zugleich fähig, auch alle Kohlenstoffverbindungen sich selbst herzustellen, sind also nicht auf das angewiesen, was ihnen die assimilierende Alge etwa liefern könnte.

Wie steht es nun aber mit den Leistungsmöglichkeiten der Algen? Daß ihre Lage im Flechtenthallus keine durchaus günstige ist, das zeigen bekannte anatomische Funde, die eben der Anlaß zu den Theorien des Helotismus oder Parasitismus waren, am allermeisten aber spricht dafür das Absterben in bestimmten Regionen

---

daß es schon damals erlaubt gewesen wäre, aus der Kultivierbarkeit auf künstlichem Substrat auf saprophytischen Charakter zu schließen.

1) FÜNFSTÜCK, M., Flechten. Allg. Teil in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. I, 1*, S. 15.

2) ELENKIN, A., in verschiedenen russischen Arbeiten „Zur Theorie des Endosaprophytismus", 1902, in denen leider der Ort der Erscheinung der Arbeiten russisch angegeben und denen nur ein nichtrussisches Resümee angehängt ist. DANILOV, N., Über das gegenseitige Verhältnis zwischen den Gonidien und den Pilzkomponenten in der Flechtensymbiose I. Morphologische Daten usw. (Bull. jard. imp. bot. de St. Pétersbourg 1910, X, 33)

3) Das hat schon BORNET 1873 erkannt.

4) Ganz abgesehen von den Funden einzellebender Flechtenpilze in der Natur, wie sie ZUKAL und ich in den oben genannten Arbeiten bringen.

an vielen Objekten. Es ist aber hierfür wirklich nicht nötig, eine Abscheidung von tötenden Enzymen seitens der Pilze zur Erklärung heranzuziehen, sondern es genügt zunächst schon oft das einfachste Betrachten der Flechtenthalli (makro- und mikroskopisch), um klar werden zu lassen, daß unter den Umständen, in denen die Gonidien leben, ihre angenommene normale Assimilationstätigkeit sich schwer entfalten kann. Es fehlt ihnen oft genug an Licht und an Luft. Die Rinde der Flechte ist vielfach ein so kompaktes Gefüge, von so beträchtlicher Dicke, dazu noch mit Farbstoffen imprägniert oder anderweitig gedunkelt, daß es für die tiefer liegenden Gonidien sicher an Licht fehlt. Ebenso auch am Zutritt der Kohlensäure resp. atmosphärischen Luft, um die Assimilation einzuleiten. Ja, ich bin der Meinung, daß es Flechtenthalli gibt, bei denen überall die dunkle Rinde für alle Gonidien zu wenig durchläßt an Licht, und bei denen es an ausreichender Durchlüftung fehlt.

Für die Schwierigkeit der Durchlüftung spricht an sich übrigens schon der Umstand, daß es besondere Durchlüftungsapparate, Atemporen oder wie man sie nennen will, des öfteren gibt[1]). Leider fehlt uns eine Übersicht über ihre Verbreitung und genaue Angaben über die Beziehungen zwischen Stärke der Rinde und Auftreten von Atemporen bei den einzelnen Arten. Immerhin hat ROSENDAHL bei Untersuchung der braunen Parmelien[2]) gerade die sehr derbe, mit einer Rinde aus 4 bis 6 Schichten sklerotischer Zellen versehene *Parmelia aspidota* als einzige mit Atemporen von lentizellenartigem Charakter festgestellt, während die Nahverwandten (ohne solche Bildungen) z. T. ganz hervorragend dünne und zarte Rinden besitzen.

Dafür, daß Lichtmangel im Thallus die Lagerung der Gonidien beeinflußt, ließe sich noch anführen, daß unter aufsitzenden „Flechtenparasiten" sowohl als auch unter den Apothecien die Gonidienschicht vielfach Unterbrechung erfährt. Doch bedürfte das selbstverständlich exakterer Feststellung.

Das bisher Erwogene kann gelegentlich für die Algen zutreffen. Es ist aber nicht zu leugnen, daß in vielen Fällen trotz mancher uns hinderlich erscheinender Bedingungen die Algen ge-

1) Vgl. bei FUNFSTUCK, l. c. S. 20 und dort zitierte Literatur, vor allem ZUKAL (Untersuchungen über die Flechten, Abh. II, Sitz.-Ber der k. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl. 104, Abt. I, 1895).

2) ROSENDAHL, F., Vergleichend anatomische Untersuchungen über die braunen Parmelien. (Nova Acta d. Kais. Leop.-Carol. D.-Akad. d. Naturf. 87. Nr. 3. 1907.)

deihen. Da muß nun in bezug auf die bisher geltenden Annahmen vom Haushalt der Flechten noch angeführt werden, daß der Stoffwechsel einfacher grüner Algen keineswegs immer so verläuft, wie wir es für die höheren grünen Pflanzen annehmen. So hat TREBOUX[1]) nachgewiesen, daß bei einer Reihe von Algen als Kohlenstoffquelle auch organische Säuren dienen können, und daß diese Kohlenstoffaufnahme natürlich ohne Licht erfolgen kann. Unter den darauf geprüften Objekten befinden sich nicht nur *Chlorella-*, *Protococcus-* und *Pleurococcus*-Arten, sondern auch *Chlorococcum humicola* Rabenh. und *Parmelia-parietina*-Gonidien, also alles in allem der engste Verwandtschaftskreis der Flechtenteilhaber. In den Versuchen sind zur Verwendung gelangt Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Buttersäure, Oxalsäure u. a. Damit ist nicht nur die Möglichkeit einer Ernährung und einer normalen Entwicklung der Algen im Dunkeln gezeigt (wie denn die Versuche auch unter Lichtabschluß geschahen), sondern es eröffnet sich bei der Benutzung organischer Säuren als Kohlenstoffquelle geradezu eine Konkurrenz zwischen Pilzen und Algen.

Unter diesen Umständen wird aber sofort verständlich, daß an vielen Stellen die Alge sich auch noch lebend und gedeihend im Flechtenthallus findet, wo wir ihr die Möglichkeit der normalen Kohlensäurezerlegung nicht geboten sehen. Ebenso erklärt sich die von LINDAU[2]) angeführte Beobachtung, daß bei der hypophlöodischen *Pyrenula nitida* nicht nur die Hyphen direkt abwärts in die Baumrindenspalten hineinwachsen, sondern die *Trentepohlia*-Fäden diesem Beispiel folgen, obwohl sie nur locker mit den Hyphen verbunden sind. Die Erscheinung war dem Autor so auffällig, daß er von einer „Flucht der Alge vor dem Licht" spricht, ohne eine ernährungsphysiologische Erklärung dieser Tatsache geben zu können. Wir werden sie heute auf die Ausbeutung gleicher Kohlenstoffquellen, wie sie der Pilz benutzt, zurückführen.

Wie das sich gestalten kann, würde am deutlichsten bei homöomeren Flechten vorstellbar sein, bei denen die Algen unmittelbar mit dem Substrat in Beziehung treten, wie die Pilzhyphen. Es wäre dann im einzelnen immer noch möglich, daß die beiden Konkurrenten sich in die Materialien irgendwie elektiv teilten, wenn z. B. vorkommende Oxalsäure, wie es nach HORI[3]) den Anschein

---

1) TREBOUX, O., Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen. (Ber. d. D. Bot. Ges. 1905, XXIII, S. 432.)

2) LINDAU, G., Lichenologische Untersuchungen I (Dresden, 1895), S. 15.

3) Vgl. HORI, S., Haben die höheren Pilze Kalk nötig? (Flora, 1910, CI, S. 447). Doch bleibt die ausführliche Arbeit abzuwarten.

haben könnte, für den Pilz giftig sein sollte. Für den Pilz fehlt es jedenfalls nicht an andern Kohlenstoffquellen im Substrate.

Dagegen ist nicht immer einzusehen, wo die Gonidien, wenn sie lediglich von lebenden Pilzhyphen umgeben sind (also in heteromeren Flechten), organische Säuren als Kohlenstoffquelle vorfinden. Für diesen Punkt möchte ich nun die fernere Möglichkeit nicht von der Hand weisen, daß auch Stoffwechselprodukte des Flechtenpilzes als Kohlenstoffquellen für die Algen verwertbar sind, z. B. die von seiten der Flechtenpilze reichlich vorhandene Oxalsäure, auf die ja TREBOUX die Prüfung der Algen ausgedehnt hat. Es ist Bildung von Oxalsäure resp. Oxalat für viele Flechten an den Hyphen und in gonidienlosen Teilen längst bekannt. Es wird auch in isolierter Kultur von den Flechtenpilzen reichlich Kalkoxalat gebildet. Und zwar erfolgt das Auftreten nicht nur bei den Pilzen, die im Flechtenthallus Kalkoxalat besitzen, sondern auch an als Flechte davon freien (wie *Xanthoria*), ferner nicht nur auf besonders zuckerhaltigen Substraten, sondern auch solchen, die keine andern Stoffe, als das natürliche Substrat der Flechte aufweisen, höchstens nicht alle in diesem enthaltenen. Im übrigen belehren darüber einige einzelne Angaben aus meinen Flechtenpilzkulturen, die alle bei Bildung wirklichen Mycels oder gar von Thallusräschen an den Hyphen die Kristalle aufwiesen.

Xanthoria parietina. Schlauchsporen wurden in Hängetropfen schwacher Bierwürzelösung zur Keimung gebracht und diese ausgekeimten mit der Impfnadel unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln auf Nährgelatineplatten verteilt. In andern Fällen wurden Sporen, die auf sterile Objektträger ejakuliert waren, mit der Nadel schon vor der Keimung auf den gelatinösen Nährboden gebracht[1]). Die Nährböden waren 1. 10 pCt. Gelatine, 3 pCt. Bierwürze (sauer); 2. 10 pCt. Gelatine und durch 24stündige Extraktion mit Wasser im Kalten aus Pappelborke gewonnener gelbgrauer, klarfiltrierter Saft (sauer).

In beiden Fällen trat reiche Bildung von oxalsaurem Kalk ein, der an größeren Thallusexemplaren schon bei schwächster Vergrößerung als überall dicht, in den älteren Teilen in den größten Mengen und Formen vorhanden kenntlich wurde.

Diploschistes scruposus. An Kulturen dieses unter gleichen Bedingungen wie *Xanthoria parietina* auf Bierwürzegelatine schnell gedeihenden Flechtenpilzes zeigten sich bei den nach 4 Monaten zur Beobachtung gelangenden gegen 1 cm (Durchmesser) großen Mycelien zwischen den lockeren Hyphen allenthalben derbe Kristalle von Calciumoxalat.

Pertusaria communis. Thalli, die in 3 Monaten etwa 3,5 mm Höhe und 0,8 cm Durchmesser erlangten, besaßen auf den Hyphen einzeln aufgesetzt

1) Auf die Keimung, ihre Bedingungen und Besonderheiten verzichte ich in diesem Zusammenhang näher einzugehen.

sichtbar reichlich Kristalle und zwar sowohl in dem gewebsartig gehäuften Teil der Mitte als auch in den Rand- und Luftmycelien.

Parmelia acetabulum. Dieser Flechtenpilz bereitete nach der Keimung der Weiterkultur erhebliche Hindernisse, in einigen Fällen gelang es, kleine Mycelien zu erzielen. Diese enthielten Kalkoxalatkristalle.

Daneben muß nun die Beobachtung gestellt werden, daß ich auf gleichem Substrat angesetzte Kulturen von Flechtensporen und Gonidien zu einer (wenn auch morphologisch noch unvollkommenen) Thallusbildung schreiten sah, ohne daß jetzt Oxalatabscheidung bemerkt wurde *(Xanthoria, Parmelia).*

Die Oxalsäure kann bei den Pilzen allgemein gebildet werden aus Zuckerarten, aber auch mehrwertigen Alkoholen, z. B. Mannit[1]). Es ist für rindenbewohnende Flechtenpilze, wie *Xanthoria* es im vorliegenden Material war, an sich sehr wohl möglich, daß ihnen dergleichen (etwa als Umwandlungsprodukt von Stärkeresten) zur Verfügung steht[2]).

Ebenso kann ich aber aus den Kulturen noch auf ganz andere Weise wahrscheinlich machen, daß die Gonidien eine von dem Flechtenpilz produzierte Säure als Kohlenstoffquelle benutzen. Ich hatte Flechtenpilze in Nährlösung gezogen, die außer der Luft keine den Algen zugängliche Kohlenstoffquelle enthielten. In diesen gediehen die Algen in Reinkultur gut und behielten normales Aussehen. Auch der Pilz schien allein etwas zu wachsen. Wurden nun Gonidien hinzugebracht, so gediehen diese vorzüglich, aber sie wurden farblos, ein sicheres Zeichen, daß inzwischen von dem Pilze eine Säure gebildet sein mußte, die die Gonidien als Kohlenstoffquelle nun vorzogen. Ich vermute aus dem Vergleich mit den oben gegebenen Daten, daß es sich dabei um die Oxalsäure handelt. Man wird mit Recht fragen, welches denn die C-Quelle für den Pilz gewesen sei und ob diese nicht vielleicht zugleich eine solche für die Algen vorstellen könne? Obwohl ich auf die Einzelheiten der Kulturen noch nicht eingehen will, muß ich diese Frage beantworten. Aus technischen Gründen mußten die für die Nährlösungskulturen benutzten Mycelien von *Xanthoria* auf den oben bezeichneten gelatinösen Böden angezüchtet werden und gelangten von dort erst in sichtbarer Größe in die Flüssigkeit. Dabei brachten sie wohl oder übel kleine Brocken ihres Anfangssubstrates mit und müssen mit diesen wohl lange ihren Bedarf an Kohlenstoff gedeckt haben. Daß diese Substanzen aber keine von der Alge vorgezogene C-Quelle enthielten, ist aus dem Ausfall der gelatinösen

1) Vgl. Zopf, W., Die Pilze (Breslau, 1890), S. 175.
2) Vgl. Czapek, Biochemie I (Jena, 1905), S. 377.

Kultur und dem Vergleich mit der in der Flüssigkeit wohl zu schließen erlaubt. Man mußte aber von vornherein annehmen, daß die C-Quelle für den Pilz nicht lange vorhalten könne. Wie lebte er dann? Darauf gibt der morphologische Befund in der Tat befriedigende Antwort: Ein Teil der Algen, namentlich anfangs deutlich zu sehen, war vom Pilz auch in der Flüssigkeit umsponnen, andere, und dies die üppig gedeihenden, auch zuerst farblos werdenden waren frei. Hier liegt offenbar schon ein symbiotisches Verhältnis vor, freilich z. T. ein Kreislauf des Kohlenstoffs. Der Pilz, in C-Mangel, zehrt von der Alge, diese benutzt die Oxalsäure als C-Quelle. Infolge davon gingen die Kulturen bald ein. Keine ließ sich über drei Wochen halten. Nebenbei ist natürlich auch wohl möglich, daß die Algen noch andere Stoffe vom Pilz bezogen haben[1]), doch bot die Zusammensetzung der Lösung (die z. B. N in geeigneter Weise bot) dazu keinen zwingenden Grund.

Aus diesen hier vorläufig angedeuteten Beobachtungen denke ich mit Sicherheit auf gewissen Stoffaustausch, also wirkliche physiologische Symbiose, bei einer Flechte schließen zu dürfen, zum mindesten aber die Benutzung eines Stoffwechselproduktes des Pilzes durch die Alge in das Bereich verbreiteter Wahrscheinlichkeit gerückt zu haben.

Wollte man gegen die Benutzung der Oxalsäure durch die Alge die Abscheidung von Kalkoxalat an den Hyphen insofern anführen, als eine solche bei Vorhandensein von Ca, stets also auch bei Anwesenheit von Algen, erfolgen müßte, so mag erwidert werden, daß erstens die Oxalsäure natürlich erst bei einer gewissen erreichten Konzentration durch den Kalk zur Ausfällung gelangt, zweitens auch an sich seine Anwesenheit nicht für die Algen gefordert werden muß[2]).

Daß im natürlichen Vorkommen die Gonidien der Flechten nicht auch farblos sind, ist kein Gegenbeweis, ihr Chlorophyllmangel ist oft, besonders in tieferen Schichten, auffallend, auch mögen manche der Angaben über Absterben von Gonidien aus Verwechslung mit schwach gefärbten entstanden sein. Daß die Gonidien sogar eines Individuums je nach den Verhältnissen assimilieren oder den C-Bedarf anderweit decken, ist durchaus denkbar.

Es bleiben bisher demnach folgende Tatsachen festgestellt und miteinander in Verbindung zu setzen:

1) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. I, 352.
2) PFEFFER, l. c. S. 404 u. 425.

1. *Xanthoria parietina*-Pilz erzeugt auf künstlichen Substraten, die z. T. dem natürlichen sicher möglichst nahe kommen [Pappelborkegelatine] reichlich Kalkoxalat an den Hyphen.
2. Auf gleichem Substrat stehende Thallusanfänge sind frei davon[1]).
3. Die entwickelten *Xanthoria*thalli auf Pappelborke sind gleichfalls frei.
4. In Flüssigkeitskulturen, ohne Zugabe einer organischen C-Quelle für die Gonidien, gedeihen die Gonidien und werden farblos, wenn der *Xanthoria*-Pilz darin vegetiert hat.

Was dann die anderen Fälle betrifft, in denen Oxalatbildung am kultivierten Pilz beobachtet wird und eine solche auch vom Flechtenthallus bekannt ist, so muß erwogen werden, daß für diese individuelle und quantitative Unterschiede in Betracht gezogen werden müßten, ehe man sich durch die Beobachtungen zu einem Schluß gegen etwaige Verwendungsmöglichkeit des Produktes der Hyphen durch die Algen ausspricht. Das wäre bei *Pertusaria* und *Diploschistes* der Fall, bei denen das Oxalatvorkommen in der Flechte bekannt ist. Indessen könnte sehr wohl auch hier der Fall so liegen, daß die Gonidien durchaus auf den Weg der Kohlenstoffassimilation im Lichte beschränkt sind, resp. auf ihm völlig ihr Gedeihen finden.

Ausdrücklich als oxalatfrei werden von FÜNFSTÜCK[2]) die Thalli von Laub- und Strauchflechten angegeben, auch einige Krustenflechten. Wir müßten ganz ungeheuer umfassende, vor allem vergleichend anatomische Untersuchungen der fraglichen Formen und Formenkreise besitzen, um zu entscheiden, ob die Bedingungen für die Kohlensäurezerlegung im Licht in diesem oder jenem Falle günstig liegen oder nicht. Wenn man dazu z. B. die oben genannten ROSENDAHLschen Untersuchungen an Parmelien heranzieht, so scheinen in der Tat Dünnhäutigkeit des Thallus (geringe Tiefe der Rinde) und Besitz von Kalkoxalat Hand in Hand zu gehen, es wäre also möglich, daß in diesen Formen die Oxalsäure überhaupt keine Verwendung findet, bei den derbberindeten aber von den Algen beansprucht wird.

1) BONNIER (Recherches sur le développement du *Physcia parietina*, Comptes rendus 1888, [CVII] hat synthetisch künstlich erzogene Thalli völlig normal gefunden, also doch wohl auch ohne derart abweichende Bildung.

2) l. c. S. 26.

Ich bin nicht in der Lage gewesen, viel Positives zur Ernährungsphysiologie der Flechten beizutragen, dem für *Xanthoria* Erwiesenen messe ich indessen doch eine gewisse Bedeutung bei. Ich bin weit entfernt, diese Beobachtung auf andere Objekte ausgedehnt gelten lassen zu wollen. Im Gegenteil, ich bemühte mich gerade zu zeigen, daß die Möglichkeiten des Stoffwechsels in der Flechte und besonders der Beziehungen zwischen Pilz und Alge noch andere sind als bisher angenommen, daß die Erforschung der Physiologie der beiden Komponenten das Bild heute etwas gegen früher verschieben kann, und daß die bisherigen verallgemeinernden Vorstellungen zum mindesten beschränkte Gültigkeit haben. Ich hoffe, die Arbeiten später fortzusetzen.

Münster i. W., Botan. Institut d. Univ., 19. Januar 1911.

Sitzung vom 24. Februar 1911.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Leininger, Dr. **Hermann**, Lehramtspraktikant in **Heidelberg**, Keplerstraße 87 (durch G. TISCHLER und H. GLÜCK),

Schulz, **Hermann**, Lehrer in **Kassel**, Rotenditmolder Straße 14 (durch L. GEISENHEYNER und F. WIRTGEN),

East, Dr. **Edward Murray**, Assistant Professor of Experimental Plant Morphology Harvard University in **Cambridge**, Mass. (durch BRADLEY M. DAVIS und W. WÄCHTER).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Grün, **Carl**, in **Zürich**,

Strigl, Dr. **Max**, in **Innsbruck**,
und Frau

Haase, **Gertrud**, in **Dresden**.

Mitteilungen.

2. T. F. Hanausek: Über das Perikarp und das Perikarpsekret der Gattung Carthamus.

(Mit Tafel I.)

(Eingegangen am 2. Februar 1911.)

Die Frucht von *Carthamus tinctorius* L., des Saflors, ist schon öfters anatomisch bearbeitet worden, aber die Darstellung der histologischen Verhältnisse, insbesondere des Sekretionsapparates ist bisher eine recht unvollständige gewesen. Auch die von mir herrührende Bearbeitung[1]) vom Jahre 1901 leidet an dieser Unvollständigkeit, da ich damals nicht in der Lage war, entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen anzustellen, die aber, wie sich nun

1) WIESNER, Rohstoffe. 2. Aufl., 2. Bd., S. 865.

zeigt, zum Verständnis der sehr eigentümlichen Sekretbildung gänzlich unentbehrlich sind. Meine jetzt durchgeführten entwicklungsgeschichtlichen Studien habe ich zum Teile in einer in den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien (Bd. LXXXVII, 1911) erschienenen Abhandlung (Untersuchungen über die kohleähnliche Masse der Kompositen, Botanischer Teil) niedergelegt, eine zusammenhängende Darstellung der Resultate meiner Untersuchung soll hier an der Hand geeigneter Abbildungen mitgeteilt werden.

Die anatomischen Untersuchungen umfassen die Früchte von *Carthamus tinctorius* L., *C. lanatus* L., *C. oxyacantha* M. B. und *C. dentatus* Vahl. Entwicklungsgeschichtlich konnte nur *C. tinctorius* bearbeitet werden. Es sei hier gleich bemerkt, daß *C. lanatus* und *C. oxyacantha* im Bau der Fruchtschale und im Aussehen des Sekretes mit *C. tinctorius* völlig übereinstimmen; nur *C. dentatus* zeigt einige nicht unwesentliche Verschiedenheiten, worauf später zurückzukommen sein wird.

Das Perikarp von *C. tinctorius* ist durch die Sklerose aller seiner Gewebe charakterisiert, deren Anlagen übrigens dem allgemeinen Typus, der im Bau der Fruchtschale der Kompositen vorherrscht, teilweise entsprechen. Dieser Typus ist charakterisiert durch ein unter der Epidermis der Außenseite gelegenes hypodermatisches Gewebe, durch Bündel oder Platten von Bastfasern und durch ein Innenparenchym, in dem die Leitbündel verlaufen. Diese Gewebefolge ist bis auf die Bastbündel auch in *Carthamus* entwickelt; die Stelle der letzteren vertreten eigentümliche sklerotische Elemente.

Die Epidermis setzt sich aus parallel zur Frucht-Längsachse gestreckten, in der Flächenansicht vier- bis sechsseitigen, reichlich getüpfelten, stark kutikularisierten Zellen mit kräftig verdickten Außenseiten (Taf. I, Fig. 1 u. 2_1) zusammen. Die subepidermalen Zellen bilden ein meist zweireihiges Hypoderm und stellen buchtig konturierte, verholzte und poröse Sklereiden vor, die verschieden große, meist schmale Interzellularen zwischen sich freilassen (Fig. 1 und $2_{1,2}$). Ihrer Gestalt nach leiten sie zu der nächsten Gewebelage hinüber. Diese, den Bastfaserbündeln des Typus entsprechend, besteht aus enge aneinanderschließenden, mächtig verdickten porösen, gestreckten, im Querschnitt polygonalen Zellen, deren Längswände wellenförmig gebuchtet verlaufen (Fig. $1-2_3$); sie enthalten häufig noch Calciumoxalatkristalle (Fig. 1—2, k). An der Bildung der Fruchtschale nehmen diese Zellen den größten Anteil.

Ohne scharfe Abgrenzung geht diese Schicht in die nächste über, die dem Innenparenchym des Haupttypus gleichkommt und aus echten, teils kurzen, isodiametrischen, teils gestreckten, mitunter selbst faserartigen Sklerenchymzellen zusammengesetzt ist (Fig. 1, $_3$); in ihr verlaufen die Leitbündel.

Hier schließt nun das Perikarp ab. Eng angeschmiegt folgt ein aus drei bis vier Zellreihen gebildetes Gewebe, das aus gelblich gefärbten, mit ausgezeichnet deutlicher Wandschichtung versehenen, im Querschnitt scharfkantig-polygonalen, längsgestreckten, verdickten Zellen besteht; das an einem Ende verbreiterte Lumen enthält einen gelblichen krümligen Inhalt. Die Zellen sind nicht verholzt (Fig. 1—2, s_1). Ich kann sie mit HARZ[1]) wohl nur als eine mehrreihige Oberhaut der Samenschale ansehen, da eine andere Bezeichnung ihrer Lage gemäß nicht zu geben ist. Es folgt dies auch aus der Beschaffenheit des darunterliegenden Gewebes, das ein weiches durchlüftetes Schwammparenchym darstellt; seine Zellwände besitzen netzförmig verdickte Platten. Außer vereinzelten Drusen von Calciumoxalat scheint diese Schicht keinen Zellinhalt zuführen.

In der vierten Schicht der Fruchtschale finden wir in einer Zone, beiläufig einer Zellhöhe entsprechend, das Sekret eingeschaltet (Fig. 1, $_4$). Im Querschnitt erscheint es als eine dunkelbraune feste Masse in größeren und kleineren Stücken, von den anstoßenden unversehrten Zellen auf den zwei entgegengesetzten Seiten plastisch geformt, was in der Flächenansicht und noch besser nach der Isolierung, die durch die Zerstörung der Gewebe im WIESNERschen Chromsäure-Schwefelsäuregemisch bewerkstelligt wird, besonders schön sichtbar gemacht werden kann. Das Flächenbild in Fig. 2 $_4$ gibt davon eine Vorstellung; eine photographische Wiedergabe ist in der WIESNER-Festschrift[2]) enthalten. Die Form des Sekrets entspricht den Konturen der Sklereiden; an einzelnen Stellen, wo noch wellenförmig gebuchtete Zellen vorhanden sind, kann man deutlich den Abguß einer Sklereide mit den mehr oder weniger geraden Kurz- und den gebuchteten Längswänden erkennen, sowie das Vorkommen der Poren. Mitunter sind auch in der Sekretzone einzelne Zellen zu beobachten, auch scheint es, als ob hie und da das Sekret zwischen die angrenzenden Zellen auf eine kurze Strecke eingedrungen ist. Ich halte diese Erscheinungen für

1) Handbuch der Samenkunde II, S. 863.

2) Neue Mitteilungen über die sogenannte Kohleschicht der Kompositen. 1908, S. 149.

nachträgliche Verschiebungen. Dies ist der Befund an der reifen Frucht und er scheint mir so eigentümlich und auch mit unseren Kenntnissen über die Sekretbildung nicht recht in Übereinstimmung zu bringen zu sein, daß er nur durch die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung aufgeklärt werden kann.

Das mir zur Verfügung stehende Material bietet nun allerdings keine lückenlose Aufeinanderfolge der Entwicklungsphasen, wohl aber konnte ich (mit der reifen Frucht) vier gut charakterisierte Stadien untersuchen. Das erste ist der Fruchtknoten. In diesem sind zur Zeit der Anthese mehrere durch die ganze Fruchtknotenhöhe sich erstreckende Sekretbehälter vorhanden (Fig. 3, 5); außerdem aber noch sehr zahlreiche, in Reihen längs der Höhenrichtung angeordnete, kurze, auch im Querschnitt viel kleinere, mit hellbraunem Sekrete erfüllte Behälter, die insbesondere in der Nähe des Scheitels angehäuft sind (Fig. 3, s).

Daselbst sowie nahe der Basis finden sich Calciumoxalatprismen in solcher Menge angehäuft, daß sie einem Panzer gleich das Gewebe stellenweise überdecken. Der Querschnitt zeigt eine zartzellige Oberhaut, eine reichliche Schicht dünnwandiger Parenchymzellen und nahe dem Innenrande dieser Schicht die in einer Zone liegenden Sekretblätter (Fig. 4). Diese machen den Eindruck von Zellen (oder Schläuchen) mit dünnen Wänden, vollständig mit dem Sekret erfüllt. Die langen Sekretbehälter, meist die Begleiter der Spiroidenbündel, setzen sich auch in die Korolle hinein fort, in der ich 6—8 derselben zählte.

In dem zweiten Entwicklungsstadium, das mit Rücksicht auf das Volumen der jungen Frucht etwa einer Viertelreife entsprechen dürfte, erscheinen die Zellen der äußeren Gewebelage vergrößert und vermehrt, ihre Wände haben an Stärke zugenommen, sind aber noch immer nicht sklerotisch und werden in Chlorzinkjod blauviolett. Nur die Zone, in der die Sekretbehälter liegen, verhält sich anders. Ich muß hier bemerken, daß die Sekretbehälter nicht etwa ein Continuum längs der Frucht bilden, sondern reichliche Unterbrechungen in ihrer Reihenfolge zeigen; es gibt daher Zellgebiete in der Sekretzone, in denen keine Sekretbehälter vorkommen. Diese Zellgebiete sind es nun, die sich durch ihr Verhalten gegen Chlorzinkjod auffällig bemerkbar machen. Während die Zellen, die die Zone nach außen und innen abgrenzen, nach der Behandlung mit Chlorzinkjod die Zellulosereaktion zeigen und gebläut werden, ist dies mit dem bezeichneten Zellgebiet nicht der Fall. Es bildet einen gelbgefärbten Streifen, die Zellen selbst erscheinen zusammengefallen, dünnwandig, in

ihren Konturen überhaupt undeutlich. Hierzu kommt noch die Veränderung, die mit den Sekretbehältern selbst vor sich gegangen ist; die sie bildenden Zellwände haben sich gelöst, und die Inhalte der einzelnen Behälter sind partienweise miteinander verschmolzen. Es ist somit klar, daß wir es mit einer Auflösung dieser Gewebepartie, also mit dem echten lysigenen Entstehungsmodus und der damit verbundenen Vermehrung des Sekretes zu tun haben, oder genauer ausgedrückt, mit einer Verbindung zweier Sekretbildungsformen: Schon ursprünglich angelegte mit Sekret erfüllte Räume (Zellen, Schläuche) lösen ihre Wände zugleich mit der Lösung der anstoßenden, derselben Zone angehörigen Gewebe.

Das dritte Entwicklungsstadium, das ich als Halbreife der Frucht bezeichnen möchte, zeigt schon das Auftreten der Sklerose. Epidermis und Hypoderm sind noch frei von Verdickung und Verholzung der Zellwände (Fig. 5, $_{1, 2}$); die Zellen der Mittelschicht und des Innengewebes (Fig. 5, $_{3, 5}$) sind schon verdickt und verholzt, die ersteren enthalten noch Oxalatprismen. In der Sekretzone ist der gelbe Streifen größtenteils verschwunden, wir finden eine zusammenhängende, die Gefäßbündel bogenförmig (im Querschnitt) umgreifende Lücke, die mit braunem Sekret erfüllt ist. Das Sekret bildet dichtere dunkle und lichte Massen (Fig. 5, $_4$). Es ist also die Sekretbildung lysigenetisch vervollständigt worden, an Stelle der Zellen tritt das Sekret, scharf und deutlich abgegrenzt von den umgebenden Sklereiden.

Wie schon eingangs erwähnt wurde, zeigt von den untersuchten *Carthamus*-Arten nur *Carthamus dentatus* Vahl. im Bau der Fruchtschale einige Verschiedenheiten. Die Oberhaut und das Hypoderm sind nicht sklerosiert, die Zellen der ersteren sind ziemlich groß und haben dünne Radial- und Innenwände; die Außenwände sind außerordentlich mächtig und gleich den Wänden der Hypodermzellen in Kali stark quellbar. Die übrigen Gewebe und die Sekretformen sind denen von *C. tinctorius* gleich.

Über das Sekret ist noch folgendes mitzuteilen. Im Fruchtknoten und in der von mir als viertelreif bezeichneten jungen Frucht ist es rotbräunlich oder hellbraun, weder in Alkohol und in Äther, noch in wässeriger oder alkoholischer Kalilauge löslich, wird auch von verdünnter Schwefelsäure nicht angegriffen, durch Eisenchloridlösung nicht verändert, von konz. Schwefelsäure etwas aufgehellt, vom WIESNERschen Chromsäure-Schwefelsäure-Gemisch jedoch ge-

löst. Die Lösung, bzw. Zerstörung geht unter Verblassen und Farbloswerden ziemlich rasch vor sich. In der halbreifen Frucht dagegen mit der vollendeten Auflösung des Sekretzonengewebes hat sich der Charakter des Sekretes insofern geändert, als es nun nicht mehr die Fähigkeit besitzt, in dem WIESNERschen Gemisch gelöst zu werden. Es ist gleich jener schwarzen oder braunen Masse in der Frucht vieler Kompositen, die durch ihre Ähnlichkeit mit der Kohle eine so bemerkenswerte Stellung unter den von der Pflanze erzeugten Stoffen einnimmt, durch die Widerstandsfähigkeit gegen alle mikrochemischen auflösenden und zerstörenden Reagentien ausgezeichnet. Aus diesem Grunde hielt ich auch anfänglich *Carthamus* für eine jener Pflanzen, denen die genannte schwarze oder braune Masse eigen ist, und erst die Entwicklungsgeschichte zeigte, daß wir es hier mit einem Sekrete zu tun haben, das in den uns bekannten Formen der Sekretbildung entsteht.

Schließlich will ich noch bemerken, daß die kohleähnliche Masse der Kompositen mit der Kohle nichts zu tun hat, nach den Untersuchungen von DAFERT und MIKLAUZ[1]) eine besondere Gruppe von Pflanzenstoffen darstellt, die von ihnen Phytomelane genannt worden sind.

Erklärung der Tafel I.

Alle Figuren gehören zu *Carthamus tinctorius*.

Fig. 1. Querschnittspartie durch die Frucht- und Samenschale, in Kalilauge (etwas gequollen). 400 : 1. — 1 Epidermis, 2 Hypoderm, 3 mittlere Sklereidenschicht, 4 Sekret, 5 Innensklerenchym, s_1 mehrschichtige Epidermis der Samenschale, s_2 Schwammparenchym.

Fig. 2. Flächenansicht der Fruchtschalengewebe, Bezeichnung wie Fig. 1.

Fig. 3. Scheitelpartie des Fruchtknotens, 50 : 1. — S große, s kurze Sekretbehälter, kr Oxalatkristallprismen, C Basis der Korolle.

Fig. 4. Partie aus dem Querschnitt durch den Fruchtknoten; 3 u. 4 die analogen Teile wie in Fig. 1.

Fig. 5. Partie eines Längsschnitts von der halbreifen Frucht. 1 bis 5 wie in Fig. 1.

1) Denkschriften der k. Ak. d. Wiss. Wien 1911.

3. Viktor Grafe: Untersuchungen über das Verhalten grüner Pflanzen zu gasförmigem Formaldehyd.

II.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität. Neue Folge Nr. 14.)

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 10. Februar 1911.)

In meiner vorigen, diesem Gegenstande gewidmeten Abhandlung[1]) konnte gezeigt werden, daß *Phaseolus vulgaris* ganz bedeutende Mengen Formaldehyd verträgt, wenn diese Verbindung vom Luftvolumen des Kulturgefäßes aus den grünen Blättern dargeboten wird, während das Kulturmedium, die Erde, vor dem Eindringen des Gases möglichst gut geschützt ist, so daß die nichtgrünen Teile der Pflanze mit dem Formaldehyd nicht in Berührung kommen. Dieser Abschluß geschieht durch einen über die Erde im Gartentopf gebreiteten und sorgfältig angelegten Stanniolbelag, in welchen vor dem Einsetzen des Keimlings mit einer Stricknadel Löcher gebohrt werden; nachdem der Keimling ergrünt und so weit erwachsen ist, daß die Kotyledonen entfernt werden können, werden die noch vorhandenen Lücken zwischen Stanniol und Keimling sorgfältig mit neutralem weißen Vaselin verstrichen und der Topf nunmehr in die betreffende Kultur genommen. Die Töpfe sind außen glasiert und besitzen unten keine Öffnung. Bezüglich der vorbereitenden Kultur der Pflanzen und der Versuchsanstellung sei auf die vorige Abhandlung verwiesen; es möge nur erwähnt werden, daß wiederholt die Unschädlichkeit von Stanniol und Vaselin den Pflanzen gegenüber festgestellt und beispielsweise ohne nennenswerten Vorteil versucht wurde, Blattaluminium zur Bedeckung der Kulturgefäße zu verwenden.

Die in der genannten Abhandlung geschilderten Versuche, in welcher auch eine Reihe vergleichender Trockensubstanzbestimmungen mitgeteilt wurden, führten zu der Anschauung, daß Formaldehyd, in Gasform dargeboten, von der grünen Pflanze nicht nur

1) Diese Berichte XXVII, 431 (1909).

in überraschender Menge — bis zu 1,3 Vol. proz. — vertragen werde, sondern daß ihn der Organismus auch in den Bereich seines Stoffwechsels ziehe und zum Aufbau seiner Trockensubstanz verwerte. Für den tierischen Organismus wurde die Verwertungsmöglichkeit des Formaldehyds und seine Kondensation zu Glykogen ebenfalls gezeigt[1]). Inzwischen hat sich auch TH. BOKORNY[2]) so wie ich zum erstenmal der Versuchsmethodik bedient, Blütenpflanzen Formaldehyd als Dampf darzubieten, und auch dieser Forscher konnte ein Gedeihen der in kohlensäurefreiem aber mit Formaldehyd gesättigtem Luftraum gezogenen (Kresse)pflanzen dreißig Tage hindurch verfolgen, während die kohlensäurefrei gezogenen Kontrollpflanzen viel früher eingegangen waren. Es wäre noch ein freudigeres Wachstum erfolgt, wenn die Kulturerde vor dem Eindringen des Formaldehyd geschützt gewesen wäre, denn während Formaldehyd für chlorophyllose Organismen und Organe sich als heftiges Gift erweist, scheint er von chlorophyllhaltigen Pflanzenorganen weit besser vertragen zu werden, indem der Chlorophyllfarbstoff offenbar die Entgiftung des Formaldehyds bewerkstelligt, sei es, daß er die Aufspaltung des Formaldehyds in seine tautomer labilen Gruppen und deren schnelle Weiterkondensation besorgt, sei es, daß er durch seine große Fähigkeit, sich zu oxydieren, den Sauerstoff aus dem Reaktionssystem entfernt. Diese letztere Anschauung erscheint durch die Versuche von W. LOEB[3]) gestützt, welcher beim Einleiten der dunklen elektrischen Entladung in einem mit Wasserdampf und Kohlendioxyd erfüllten Gasvolumen neben Formaldehyd und Glykolaldehyd auch Wasserstoffsuperoxyd als Reaktionsprodukte auffand. Er formuliert den Prozeß folgendermaßen:

$$CO_2 + H_2O = CO + H_2 + O_2$$
$$CO + H_2 = H_2CO$$

wobei aber die Vereinigungsgeschwindigkeit von H_2 und O_2 größer ist als die von CO und H_2, so daß sich das giftige Wasserstoffsuperoxyd bilden muß, wenn der Sauerstoff nicht fortdauernd aus dem System entfernt wird, während der Formaldehyd, oder vielmehr die labilen Atomgruppen, welche in ihrer tautomer stabilen Form den Formaldehyd darstellen, sofort zu Kohlehydraten weiter kondensiert werden.

1) K. GRUBE, Pfl. Archiv f. Physiologie, Bd. 121, S. 636 (1908), Bd. 126, S. 585 (1909).

2) Pfl. Archiv f. Physiologie, Bd. 128, S. 565 (1909).

3) Zeitschr. f. Elektrochemie **12**, 282 (1906); **11**, 745 (1905); Landwirtsch. Jahrb. 1906, S. 541.

Abb. I. *Phaseolus vulgaris* ohne Kotyledonen gezogen. Links Kultur ohne CO_2 unter Zugabe von 30 cm³ HCOH von 1,76 %. Nach Abbruch des Versuches am 20. 12. 1909. Dauer 16 Tage.

Abb. II. Versuchsanstellung: Auf Glasplatten aufgeschliffene Glasglocken, der Stöpsel paraffiniert und mit Paraffin eingedichtet. In der großen Glasschale konzentrierte Kalilösung. Die Töpfe stehen erhöht in einer Schale mit Wasser zur Erhaltung des feuchten Raumes. Die Pflanzen der obigen Kultur (links Formolpflanzen, rechts kohlensäurefrei gezogene) nach dem 6. Versuchstage. In dem kleinen Gefäß im Kali der linken Versuchsglocke die angegebene Menge Formol.

Daß dem Chlorophyllfarbstoff eine entscheidende Bedeutung bei der Entgiftung des Formaldehyds zukommt, beweist das Resultat des schon in meiner vorigen Mitteilung beschriebenen Dunkelversuches, welcher seitdem mit dem gleichen Erfolg mehrfach wiederholt worden ist. Im Dunkeln ist kein Unterschied im Wachstum normal (mit oder ohne Kohlensäure) und in Formaldehyd gezogener Pflanzen wahrzunehmen; wenn man aber die in der Formaldehyd-Glocke im Dunkeln gezogenen Pflanzen ans Licht bringt, treten nach kürzerer oder längerer Zeit, je nach Intensität der Beleuchtung, braune Flecken und Streifen an den Stengeln und der Unterseite der Blätter auf, Schädigungen durch Formaldehyd, wie sie an chlorophyllosen Organen, z. B. an Wurzeln, welche zufällig oberhalb der Stannioldecke ausgetrieben haben, normalerweise immer gesehen werden, und schließlich gehen solche Pflanzen ein, und das selbst dann, wenn die gebotene Formolmenge so gering war, daß sie normal ergrünte Pflanzen bei weitem noch nicht schädigt. Im Lichte setzt eben die Stoffwechseltätigkeit der etiolierten Pflanzen mächtig ein, es fehlt aber an Chlorophyll, um den Formaldehyddampf zu entgiften, und so muß dieser die erwähnten Schädigungen hervorrufen. Der Vorteil einer Darbietung dampfförmigen Formaldehyds liegt aber sicherlich nicht nur in der Intervention des grünen Blattfarbstoffes, sondern auch darin, daß für den Aldehyd in wässeriger Lösung die Hydratation in Betracht gezogen werden muß, wodurch aus $HCOH + H_2O = CH_2\begin{matrix}OH\\OH,\end{matrix}$ also Methylenglykol entsteht, also eine Substanz, die sehr viel weniger unbeständig sein muß als der unhydratisierte Formaldehyd mit der zum Zerfall disponierenden doppelten Bindung im Molekül; eine derartige Stabilisierung des Moleküls durch Hydratation erscheint aber in der Dampfform vermieden. Die folgenden Versuche wurden zunächst in gleicher Weise wie seinerzeit beschrieben, angestellt, um die dort dargelegten Ergebnisse zu sichern. Die beigefügte Abbildung möge noch einmal einen solchen Versuch illustrieren. Obzwar diesmal ausschließlich mit Keimpflanzen von *Phaseolus vulgaris* und *multiflorus* gearbeitet wurde, denen nach einigen Tagen der Entwicklung die Kotyledonen abgenommen wurden, um eine Reizwirkung des Formaldehyds auf eine bessere Ausnützung der Reservestoffe möglichst auszuschließen, wurden doch auch vergleichende Versuche mit anderen Aldehyden und organischen Säuren gemacht und geprüft, ob nicht auch bei Verwendung dieser Substanzen ähnliche Erscheinungen auftreten würden,

wie bei Verwendung von Formaldehyd[1]). Es ist unnötig, zu erwähnen, daß die zur Verwendung kommenden Samen möglichst gleich groß gewählt und daß die gar zu sehr über das Mittelmaß emporgeschossenen resp. zurückgebliebenen Keimlinge entfernt wurden.

Als Reizstoffe wurden Azetaldehyd, Salizylaldehyd, Benzaldehyd einerseits, Essigsäure und Benzoësäure andererseits angewendet und zwar in genau derselben Versuchsanstellung, wie dies mit Formaldehyd geschehen war. Es zeigte sich, daß von Azetaldehyd noch 10 cm^3 einer 0,5 proz. Lösung, von Benzaldehyd und Salizylaldehyd etwa 20 cm^3 einer halbprozentigen Lösung die Entwicklung der Pflanzen nicht gestatteten oder stark hemmten, während geringere Mengen die von O. RICHTER[2]) festgelegten Erscheinungen der unreinen Luft, wie Verdickung des Hypokotyls usw. hervorbrachten, aber niemals zu einer sichtbaren Förderung der Entwicklung führten. Essigsäure erwies sich noch aggressiver als Azetaldehyd, die Entwicklung wurde schon durch 0,25 pCt. starke Lösungen gehemmt, während die Schädigungsgrenze bei Benzoësäure im Einvernehmen mit ihrer geringeren Flüchtigkeit viel höher lag, aber auch hier war eine Förderung auch durch noch so kleine Mengen dieser Stoffe im Luftvolumen nicht wahrnehmbar; wenn sich keine sichtbaren Schädigungen zeigten, verhielten sich die so behandelten Pflanzen, welche ja stets über konzentrierter Kalilösung in kohlensäurefreiem Raum gezogen wurden, so wie die normal kohlensäurefrei kultivierten. In Formaldehydatmosphäre zeigten die Pflanzen nur ausnahmsweise die typischen Erscheinungen der Laboratoriumsluft, in der Regel glich ihr Habitus vollkommen dem der normalen, resp. kohlensäurefrei gezogenen mit Ausnahme der schon besprochenen Förderung in Wachstum und Trockensubstanzneubildung. Es dürfte danach also wohl sicherstehen, daß der Formaldehyd nicht nur als Reiz wirkt, sondern

---

1) Zu den Formaldehydversuchen wurde chemisch reiner Formaldehyd als Paraformaldehyd von E. MERCK, Darmstadt, bezogen. Es hat sich nämlich gezeigt — ich gedenke, diesen Umstand, dessen Erkenntnis den letzten Wochen angehört, in der nächsten Veröffentlichung zahlenmäßig und durch Bilder zu belegen —, daß käufliches Formol, welches je nach seiner Herstellung 12—18 % Methylalkohol, mitunter aber auch Ameisensäure und Essigsäure enthält, auf die Entwicklung der Pflanze bei weitem nicht so günstig wirkt wie chemisch reines, und daß Pflanzenkulturen, denen Formaldehyd in der technischen Lösung geboten wird, mehr oder weniger hinter den mit reinem Formol behandelten zurückbleiben.

2) O. RICHTER, „Lotos“ 1905, Nr. 2; „Medizin. Klinik“ 1907, Nr. 10; „Deutsche Arbeit“, VII. Jahrg., 1907/8, S. 214.

auch assimiliert und zum Aufbau der Trockensubstanz verwendet wird. Herr Privatdozent Dr. O. RICHTER, welcher einige meiner Versuche wiederholte, machte mich darauf aufmerksam, daß die Formolpflanzen keine Stärke ausbildeten, was mit Rücksicht auf die erwähnte Förderung im Wachstum erstaunlich erscheinen muß. Eine wiederholte Nachprüfung meinerseits bestätigte diese Erscheinung mit dem Ergebnis, daß die makroskopische und mikrochemische Untersuchung der nach zehntägiger Formolkultur geernteten Pflanzen keine oder nur geringe Mengen Stärke auffinden ließ. Die Pflanzen wurden dabei um die Mittagstunde verarbeitet und in gewohnter Weise in Jod-Chloralhydrat eingelegt. Da also der gebotene Formaldehyd zum großen Teil verschwunden, die Pflanzen in ihrem Wachstum gefördert, aber nur wenig Stärke nachweisbar war, lag es nahe, die Untersuchung auf lösliche Kohlehydrate durchzuführen, in welche der Formaldehyd verwandelt worden sein konnte. Die Pflanzen wurden nach dem Trocknen mit dem Hackmesser zerkleinert und mit Wasser am Rückflußkühler auf dem Wasserbad mehrere Stunden gekocht, die Proteine und Gerbstoffe durch Tanninlösung unter Zugabe von etwas Bleiazetat ausgefällt, das Filtrat vorsichtig zur Trockene gebracht, mit 50 cm^3 einer 30proz. Alkohollösung aufgenommen und je 10 cm^3 davon nach dem Verfahren von I. BANG[1]) mit Rhodankali titriert, nachdem mit $CuSO_4$ gekocht worden war. Die Untersuchung von normalen und kohlensäurefrei mit Formaldehyd gezogenen Pflanzen wurde stets parallel vorgenommen. Die folgenden Zahlen beziehen sich auf den Gehalt an reduzierendem Zucker in 10 cm^3 der betreffenden Flüssigkeit und sind stets für dasselbe Trockengewicht berechnet.

Versuch vom	Formaldehydpflanzen	Normalkultur
4. Dezember 1910	38,5 mg	18 mg
27. Dezember 1910	29,3 „	8 „
11. Januar 1911	42 „	19 „
25. Januar 1911	33 „	13 „

Es liegt hier also der Fall vor, daß *Phaseolus vulgaris* sich unter dem Einflusse der Formaldehyd-Atmosphäre so zu verhalten scheint wie die sog. Zuckerpflanzen *Hyacinthus, Scilla* usw., welche bei der Kohlensäureassimilation aller Wahrscheinlichkeit nach auch nicht Stärke, sondern reduzierenden Zucker bilden. Durch Einwirkung von Äther, Toluol, Chloroform und anderer Narkotika wird ja auch die Stärkesynthese beeinträchtigt[2]), während die Stärke-

1) I. BANG, Biochem. Zeitschr., Bd. 2, S. 271 (1906).

2) W. JOHANNSEN, Naturw. Wochenschr., 30. Nov. 1902, Nr. 9.

hydrolyse weitergeht: Das Resultat ist eine rasch zunehmende Zuckeranreicherung auch in Fällen, wo die Aufspeicherung von Stärke normal überwiegt. BUTKEWITSCH[1]) hat sich der Chloroformierungsmethode bedient, um das allgemeine Vorkommen von Amylasen in stärkebildenden und aufspeichernden Organen nachzuweisen. Möglicherweise sind die Umwandlungen von Stärke und Zucker ineinander die beiden verschiedenen Richtungen einer und derselben reversiblen Reaktion; durch Narkotika wird das zusammengesetzte Gleichgewicht Stärke—Zucker nach der Richtung der Zuckerbildung verschoben. Man kann nun wohl annehmen, daß bei der Hydrolyse der Stärke und bei der Synthese des Zuckers zwei verschiedene Enzyme beteiligt sind, die einfachere Annahme aber ist die einer reversibeln Reaktion, die durch ein einziges Enzym katalysiert wird, so daß man das Überwiegen der Kondensation oder Hydrolyse auf die verschiedene Beschaffenheit des Mediums zurückzuführen hätte, in welchem sich die Reaktion vollzieht[2]).

Phaseolus vulgaris bildet in Formaldehyd-Atmosphäre vorwiegend reduzierenden Zucker, es scheint also das kondensierende Enzym oder — wenn wir die Annahme eines und desselben, Spaltung und Kondensation katalysierenden Enzyms machen — die Kondensationstätigkeit der Amylase durch Formaldehyd gehemmt zu werden. Tatsache ist, daß Formaldehyd die Wirkung von Zymase und Amylase beeinträchtigt. Er wirkt aber nicht allein hemmend auf die synthetisierenden Vorgänge wie die Narkotika, sondern wird gleichzeitig in Zucker verwandelt, welcher sich eben infolge Hemmung der Amylasetätigkeit anhäufen muß. Einige nach dieser Richtung angestellte Versuchsreihen, in welchen die Darstellung der Amylase nach BROWN und MORRIS[3]) und FRÄNKEL und HAMBURG[4]) und Beurteilung ihrer Wirkung angestrebt wurde, ergaben in der Tat eine starke Schwächung des Enzympräparates aus den Formolkulturen. Ich möchte mich aber über diesen Punkt jetzt noch nicht äußern, nachdem erst in viel größerem Maßstabe angestellte Versuche, vor allem viel größere Mengen von Versuchspflanzen und isoliertem Enzym bestimmtere Angaben gestatten werden.

---

1) BUTKEWITSCH, Biochem. Zeitschr. **10**, 314 (1909).

2) H. EULER, Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie III S. 235 ff.

3) BROWN und MORRIS, Journ. of Chemie Soc. 1895.

4) S. FRÄNKEL und M. HAMBURG, Hofmeisters Beiträge z. chem. Physiol. u. Pathol. Bd 8, S. 380 (1906).

Es soll bei der Fortsetzung dieser Versuche aber nicht nur diese Frage im Auge behalten, sondern auch typische „Zuckerpflanzen" in den Kreis der Untersuchung gezogen und ein Hauptaugenmerk auf die Intensität des Lichtes bei der Formaldehydverarbeitung gewendet werden, welcher eine sehr große Bedeutung bei der Einwirkung dieses Gases auf die Pflanze zuzukommen scheint. Schließlich soll der Einfluß der Lichtfarbe, der Verlauf des Gaswechsels und der Einfluß verschiedener anorganischer Nährsubstrate geprüft werden.

Je stärker entwickelt die Versuchspflanzen sind, wenn sie in Kultur genommen werden, desto länger können sie in kohlensäurefreiem Raume mit Formaldehyd als einzigem assimilablen Gas allein auskommen. Wenn *Phaseolus*, wie das in der Regel gehalten wurde, nach drei- bis viertägiger normaler Entwicklung seiner Kotyledonen beraubt und in Formaldehyd-Atmosphäre versetzt wurde, begannen die Pflanzen, nachdem sie, wie beschrieben, ein freudiges Wachstum gezeigt hatten, braune Flecken an Stengeln und Blättern zu zeigen und gingen schließlich zugrunde. Je kleiner das gebotene Formaldehyd-Quantum war (bei etwa 0,07 Vol. pCt.), desto länger konnten die Pflanzen gezogen werden, bis sie schließlich, ebenso wie die normal unter Luftabschluß kultivierten, wohl aus Sauerstoffmangel zugrunde gingen. Es wird in Zukunft auch versucht werden, unter Durchleitung von kohlensäurefreier Luft und Ersatz des verdampfenden Formaldehyds die Dauer des Versuches soviel als möglich zu verlängern.

4. F. Heydrich: Die Lithothamnien vor Roscoff.

(Mit Tafel II.)

(Eingegangen am 14. Februar 1911.)

Im August 1903 sammelte Herr Prof. Dr. CHALON eine große Anzahl Kalkalgen bei Roscoff, die er mir zur Bestimmung schickte. Es wurden folgende Arten festgestellt:

Lithophyllum incrustans (Phil.)[1] f. *depressa* Crn. Auf runden

1) Bei dieser Gelegenheit möchte ich mitteilen, daß *L. tortuosa* (Elsp.) Fos. = *L. cristatum* Monegh. eine Form von *L. incrustans* ist und der Übergang forma *crispata* Heydrich in einer Arbeit, die demnächst in der Bibl. Bot. erscheinen wird, näher beschrieben ist. Ebenso wird dort eine festgewachsene Form von *L. expansum* form. *primigenia*, sowie ein kugelförmiges *L. dentatum*, K'g f. *globosa* und eine Form von *L. dentatum Echini*, form. *duplex* aufgestellt.

Steinchen mit Bisporangien. Abbildung bei HAUCK Meeresalgen Taf. I, Fig. 5.

Lithothamnium glaciale Kjell. Kleine Exemplare der forma *botryoides* Fos. mit Sori.

Lithophyllum papillosum (Zan.) Fos. und *Lithophyllum subtenellum* Fos., beide auf den Spitzen toter *L. rubrum* Phil. wachsend.

Phymatolithon polymorphum (L.) Fos. = *Eleutherospora polymorpha* (L.) Heydr., forma *Battersii* (Fos.?), Heydrich mscr. Syn.: *L. Battersii* Foslie? in new or critical calcareous Lithoth. 1895, S. 1, Taf. 1—5.

Ich habe mich vergeblich bemüht, Original-Exemplare von *L. Battersii* zu erhalten, indessen stimmen die Abbildungen mit der Roscoffer Pflanze gut überein. Freilich berichtet FOSLIE, daß die Sporen im Cystocarp-Conceptakel in der Peripherie auftreten; infolgedessen kann möglicherweise eine andere Pflanze vorliegen. Sollte eine dieser Voraussetzungen eintreffen, dann behalte ich mir vor, diese Pflanze *Phymatolithon polymorphum* forma *coerulescens*, wegen der bläulichen Farbe, zu benennen. Ob das von FOSLIE in den Lithoth. des Adriatischen Meeres S. 20 und 35 aufgeführte *Ph. polymorphum* hierzu irgend welche Beziehungen hat, kann nicht festgestellt werden. Aber der Umstand, daß unsere Pflanzen als auch jene von den Brionischen Inseln und Tanger in ungewöhnlichen Tiefen angetroffen wurden, läßt eine Untersuchung wohl gerechtfertigt erscheinen. Durch die Güte der K. K. zoologischen Station in Triest erhielt ich einige weibliche Exemplare von *Phymatolithon polymorphum* f. *Battersii*, bei Pirano in 23 Meter Tiefe am 31. Oktober 1910 gesammelt. Einige zeigten gleiche Erhebungen wie f. *Battersii*, andere aber besaßen eine vollkommen glatte Kruste, wie forma *valida* Fos. Sowohl diese adriatischen als auch die Roscoffer Pflanzen enthielten prachtvoll entwickelte Cystocarpien, so daß hiervon gute Mikrotompräparate angefertigt werden konnten, die alle Einzelheiten der ganzen procarpialen Entwicklung zeigen, wie aus Taf. II, Fig. 9, 10, 11 hervorgeht. Der einzige Unterschied zwischen den Helgoländer einerseits und den Roscoffer und adriatischen Exemplaren andererseits könnte in der etwa 50 μ über der Cuticula liegenden Conceptakeldecke der Cystocarpien und der flacheren Sorusdecken der letzteren liegen; auch sind häufig diese Pflanzen mit einer 300 μ dicken Basalkruste auf 2 bis 3 Zentimeter dicken und ebenso breiten Steinen gewachsen, wodurch sie den Charakter der FOSLIEschen Figuren von *L. Battersii* verlieren. Vielleicht bilden aber gerade solche Veränderungen, bedingt durch andere Umgebung oder Klima, eine interessante Schlußfolgerung, in welchem Grade solche Einflüsse auf Kalkalgen einzuwirken

vermögen und so Formen hervorbringen, die scheinbar weit ab von der ursprünglichen liegen.

Lithothamnion rubrum Philippi. Beweis, daß die Nulliporen Pflanzen sind, in WIEGMANNs Archiv 1837, S. 388 = *Spongites coralloides* Crn. Alg. mar. Finisterne 1852; Crn. Florale 1867, S. 151, Taf. 20, Fig. 133. 8—10. In The Norwegian Forms of *Lithothamnium* sagt S. 67 FOSLIE über *L. rubrum* Phil.: „Whether on the other hand the two species described by Philippi l. c. really are identic with *L. coralloides* is impossible to know without having access to the original specimens, but they at least appear to be nearly related to it, *L. gracile* perhaps according with f. *flabelligera* and *L. rubrum* connected with f. *australis*." Die PHILIPPIsche Diagnose von *L. rubrum* lautet: „*L. roseum*, ramis gracilibus filiformibus, teretibus, subflexuosis." Diese Art bildet ungefähr 1″ (Zeichen für den alten preußischen Zoll gleich 25 mm) hohe Büsche; die Dicke der Zweige beträgt höchstens $^1/_4$‴, (Zeichen für Linie gleich 2 mm, also hier $^1/_2$ mm dick), die Länge der Endzweiglinie 1—2‴ (gleich 2—4 mm). Bekanntlich waren die PHILIPPIschen Pflanzen an den Küsten Siciliens gesammelt; vergleicht man nun *L. coralloides* von Neapel und Roscoff mit obiger Diagnose, dann ist die Übereinstimmung eine vollkommene. Besonders diejenigen von Neapel, weil dort alle *L. coralloides* ähnlichen Pflanzen eine auffallend schöne rote Färbung aufweisen. Es liegt deshalb kein Grund vor, den Namen *L. rubrum* zu verwerfen. Wenn PHILIPPI etwas dünnere Zweige angibt, als bei Roscoff durchschnittlich vorkommen, so liegt das in den üppigeren Vegetationsverhältnissen, wie Wärme, Substrat und Ernährung.

Diagnose der Species.

Thallus anfangs dorsiventral, immer festgewachsen, an glattem Substrat sehr fest, an rauhem lockerer. Kruste etwas wellig, 100 bis 200 μ dick, im vorliegenden Gebiet meist abgestorbene Zweige der Species umschließend.

Erhebungen $^1/_4$ bis 3 mm dick und 1 bis 20 mm lang, Zweige sehr weit oder sehr dicht stehend, drehrund oder zusammengedrückt, ein wenig gebogen, auf diese Weise die verschiedenen Formen bildend. Bisporangien in hochgewölbten Sori meist auf den Spitzen.

Forma *primigenia* Heydr. mscr.

Thallus krustenartig wellig, dorsiventral coaxilär, tote Zweige der Species oder kleine Steinchen von $^1/_2$ cm Dicke und 1—2 cm Länge ringsherum in einer Stärke von 100—200 μ überziehend.

Hierauf 5 bis 40 Erhebungen in Abständen von $^1/_4$—$^1/_2$ mm, 1—2 mm Höhe und $^1/_4$—2 mm Dicke; Spitzen radiär. Sori auf den Spitzen in dichten Gruppen, selten auf der Kruste. Sorusdecke 300 μ im Durchmesser halbkugelig in hohen Bogen, 250 μ über die Cuticula hervorragend. Bisporangien. Taf. II, Fig. 1a, 2.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei Roscoff sich zwei *L. coralloides* ähnliche Algen gegenüberstehen, die eine mit flachwelliger Kruste und hochgewölbten Sori (Taf. II, Fig. 1a, 2), die andere mit glatter Kruste und flachen Sori (Taf. II, Fig. 3). Da FOSLIE[1]) diesen Bau der letzteren als das einzige sichere Erkennungszeichen von *L. calcareum* bezeichnet, so müssen wir die letzteren Pflanzen hierzu rechnen.

Über die Bildung der Zweige konnte noch festgestellt werden, daß während des Wachstums der Sori kein Zweig entsteht, aber sobald dasselbe nachläßt, keimen direkt aus den Sori die Bisporen, um hier sofort, wie das häufig auf kleinem Substrat vorkommt, zur Zweigbildung zu schreiten. Hatten sich die Sporen auf der Mitte eines toten Zweiges angesiedelt, dann tritt vorher die Bildung einer 2—5 mm großen Basalscheibe ein, um dann erst den Zweig hierauf aufzubauen, oder aber die Zweigbildung unterbleibt gänzlich und die Keimscheibe geht wieder verloren.

Zieht man nun noch die Form des Substrates, Anzahl der Keimscheibchen, Stärke und Entfernung der Verzweigungen in Betracht, dann kann man sich vorstellen, wie verschieden die Formserien hierdurch auftreten. Gleichzeitig bilden aber auch diese Momente die Ursache, daß abgeschlossene Formserien nicht vorhanden sind, vielmehr von Form zu Form, in fast ununterbrochener Reihe Übergangsexemplare vorhanden sind.

Forma *coralloides* (Crn.) Heydr. mscr.

L. coralloides Crn. Fl. Finistère 1867, Taf. 20 gen. 133, Fig. 8 bis 9. Denselben Habitus besitzen *L. coralloides* f. *australis* Foslie Norw. Lith. 1895, Taf. 16, Fig. 24—31; *Lith. calcareum* (Pall.) Fos. f. *squarrulosa* Fos. in Lemoine Rep. du Maërl 1910, Taf. I, Fig. 5, 6, 12 und forma *subvalida* ebendaselbst Fig. 9; *L. coralloides* f. *subsimplex* (Batt.) Fos. Norw. Lith. 1895, Taf. 16, Fig. 38—42, letztere Form ist keine selbständige, sondern nur um ein geringes einfachere Verzweigung. Mit Bestimmtheit kann man nicht ersehen, daß diese Pflanzen hierher gehören. Eine gleiche Ähnlichkeit besitzt *L. norvegicum* Kjell. The arctic Sea 1882, Taf. 5, Fig. 10.

Thallus anfangs mit dorsiventralem und coaxilären $^1/_4$—2 mm

1) FOSLIE, Remarks on northern *Litholh.* S 69.

großen Basalscheibchen auf toten *Lithothamnion*zweigen sich ansiedelnd, sofort Zweige bildend. Verzweigung alle 1—10 mm seitlich oder ungleich dichotom, Zweige 2 mm dick, immer steril. Spitzen etwas abgestutzt, selten zugespitzt.

Forma *minuta* (Fos.) Heydrich mscr.

L. coralloides f. *minuta* Fos. some new or critical Lith. 1898, S. 7. Von ähnlichen Habitus ist *L. coralloides* f. *flabelligera* Fos. Norw. Lith. Taf. 16, Fig. 36, *L. coralloides* Fos. form. *minuta* Fos. soll nach FOSLIE Remarks North. Lith. S. 69 mit *L. freticulosum* f. *solata* identisch sein und nach desselben Autors Ansicht in die Lith. der deut. Südpol Exped. S. 214 eine selbständige Art *L. solatum* Fos. darstellen.

Thallus, wie die vorige Form, nur kleiner und dichter verzweigt. Verzweigung nach allen Richtungen, Zweige alle 1—2 mm, unregelmäßig dichotom, $^1/_2$—1 mm dick, Spitzen etwas verdickt. Die meisten Exemplare steril.

Forma *gracilis* (Phil.) Heydr. mscr.

L. gracile Phil. Bew. d. d. Null. Pflg. sind, WIEGMANNs Archiv 1837, S. 388. Größere Form wie *L. calcareum* (Pall.) Fos. f. *compressa* Fos. die Lith. des Adriat. Meeres 1904, Taf. II, Fig. 19, 20. Mittlere Größe wie *L. calcareum* (Pall.) Fos. form. *flabelligera* Fos. in Lemoine Repart. Maërl 1910, Monaco, Taf. I, Fig. 13. Kleinere Form wie *L. coralloides* f. *flabelligera* Fos. Norw. Lith. 1895, Taf. 16, Fig. 32—37. Manche kleine Formen sind nicht von *L. rubrum* form. *minuta* Heydr. zu unterscheiden. Ebenso gleichen größere Exemplare *L. alcicorne* Kjell. Arctic Sea, Taf. 5, Fig. 1.

Verzweigungen in einer Ebene alle 1—4 mm subdichotom geteilt, Spitzen mitunter frei, mitunter aneinander gewachsen. Zweige flach oder kreisrund, 1—3 mm im Durchmesser. Selten mit Sori, die meisten steril.

Forma *crassa* Heydr.

L. coralloides Crn. f. *crassa* Heydr. Lith. Mus. Paris 1901. S. 539. Habitus wie *L. calcareum* (Pall.) Fos. form. *crassa* Lemoine Rep. Maërl Taf. I, Fig. 7, 11. (*Spongites crassa* Krg. wie Lemoine zitiert, ist *Stichospora crassa* Heydr. Weit. Ausbau d. Corall. 1900, S. 316 = *L. racemus* (Lam.) Fos. = *Stichospora racemus* Heydr. mscr.)

Thallus wie form. *coralloides*, nur die Verzweigungen sehr kurz und dicht, daher ungleiche Kugeln von 1—2 cm Durchmesser

bildend. Oberfläche mit 30 bis 100 kurzen 1—1½ mm dicken rundlichen Ästchen bedeckt, welche dicht aneinander wachsen. Meist steril. Alle diese Formen entstehen aus *forma primigenia* mit den charakteristischen hocherhobenen Sorus-Decken.

Lithothamnion calcareum (Pall.) Aresch. forma *primiramosa* Heydr. mscr.

Habitus wie kleine *L. fasciculatum* f. *fruticulosum* Hauck Meeresalgen Taf. V, Fig. 4 oder *L. fruticulosum* f. *solata* Fos. L. d. Adriat. Meeres, Taf. I, Fig. 19, 31, Tab. II nost., Fig. 3.

Thallus 200—500 μ dick, krustenartig, glatt, tote *L.-rubrum*-Zweige rings umschließend; Erhebungen in Abständen von 2—4 mm, radiär 1—2 mm dick und 2—5 mm hoch. Sori in dichten Gruppen auf der Spitze der Erhebungen, 300 μ Durchmesser, wenn unverletzt anfangs halbkugelig 100 μ über die Cuticula, aber sehr bald im Zentrum entrindet und dann wie mit einem Rand versehen. Bisporangien.

Bei der Beschreibung von *L. rubrum* Phil. f. *primigenia* war bereits S. 28 erwähnt worden, daß sich bei Roscoff zwei *L. corralloides* ähnliche Algen in bezug auf Kruste und Sori gegenüber stehen. Da FOSLIE in Remarks on northern Lith. S. 69 die Sori von *L. calcareum* genau beschreibt, ist hierdurch eine Grenze zwischen *L. rubrum* Phil. und *L. calcareum* (Pall.) Aresch. gezogen. Die Zweige der letzteren sind viel härter, nicht so zerbrechlich wie diejenigen der letzteren; auch siedeln sich niemals direkt auf dem reifen Sorus Keimpflanzen an, wie bei jenen, so daß selten Zweige abbrechen. Dies alles bildet die Ursache, daß alle oder fast alle freien Zweigformen bei Roscoff nur von *L. rubrum* Phil. stammen.

Squamolithon gen. nov.

(Corallinae - Cryptonemiales Heydrich; Sporenbildung bei *Sphaeranthera* im Bericht d. Deutsch. Bot. Ges. 1909, S. 238.)

Procarp aus Carpogonium und Trichogyn. Procarpe central, Auxiliarzellen peripherisch im Konzeptakel. Carpogene Zellen wachsen dichotom nach den Auxiliarzellen, je eine zur Spore erhebend. Männliche und weibliche Konzeptakel in gesonderten Konzeptakeln, aber auf einem Individuum nebeneinander. Tetrasporangien in flachen Sori. Decke derselben 50 μ über die Cuticula. Taf. II, Fig. 1b, 4, 5, 6, 7, 8.

(Zunächst vergleiche man die Figuren 6 und 10 der Taf. II, und man wird den großen Unterschied zwischen diesen beiden Procarpien finden. Wo bei Fig. 10 die Auxiliarzelle liegt, entwickeln sich bei Fig. 6 die carpogenen Zellen.)

Squamolithon Lenormandi (Aresch.) Heydr. mscr.

Melobesia Lenormandi Aresch. in J. Ag. Spec. Alg. 2, 1852, S. 514.

Forma *Roscoviense* Heydr. mscr.

Thallus tote Zweige von *L. rubrum* Phil. mit einer coaxilären glatten 200—300 μ dicken Kruste umschließend und hier besonders Sexualorgane hervorbringend, weniger Tetrasporangien.

Unter der großen Anzahl Kalkalgen befanden sich wohl gegen 200 tote Zweigstücke, die dicht mit Konzeptakeln bedeckt waren und auf einer sehr dünnen Kruste ruhten. Ich glaubte anfangs die Cystocarpien von *L. coralloides* gefunden zu haben, aber da zeigten einige flache auf kleinen Steinchen gewachsene Krusten die charakteristischen platten Sori von *L. Lenormandi*, wodurch nunmehr leicht die dazu gehörigen Geschlechts-Konzeptakel gefunden wurden. Die Sori-Exemplare dieser Art sind leicht von *L. coralloides* zu unterscheiden, (vgl. Taf. II Fig. 1a, b), denn während bei dieser Art die Sori in dichten Gruppen auf den kurzen Zweigen stehen, sind bei *L. Lenormandi* diese Sori gleichmäßig über die ganze Kruste verteilt. Niemals befanden sich Exemplare mit hochgewölbten Sori und spitzen Konzeptakeln gleichzeitig auf einem Substrat, dagegen wuchsen die letzteren und flache Sori häufig auf einem Substrat zusammen. Um diesen Unterschied so recht vor Augen zu führen, wurden die Fig. 1, 2 der Tafel II angefertigt.

Lithothamnion emboloides Heydr.

Die Lith. v. Helgoland 1900, S. 74. Auf toten Zweigen von *L. rubrum* Phil. Bevor zwischen den Species *Phymatolithon laevigatum*, *investiens*, *compactum* und *loculosum* keine größere Klarheit herrscht, betrachte ich *L. emboloides* noch als selbständige Species.

Erklärung der Tafel II.

Fig. 1a. *Lithothamnium rubrum* Phil. form. *primigenia* Heydr. mit Bisporangien-Sori und Zweigbildung.

Fig. 1b. *Squamolithon Lenormandi* (Aresch) Heydr. *for. Roscoviense* Heydr. mit Tetrasporangien-Sori. Beide Species gemeinschaftlich auf einem toten *Lithothamnium*zweig wachsend. 10 : 1.

Fig. 2. *Lithothamnium rubrum* Phil. form. *primigenia* Heydr. mit Bisporangien-Sori 10 : 1.

Fig. 3. *Lithothamnium calcareum* (Poll.) Aresch. form. *primiramosa* mit Bisporangien-Sori 10 : 1.

Fig. 4—8. *Squamolithon Lenormandi* f. *Roscoviense* Heydr.

Fig. 4. Stück eines Thallus von *Squamolithon Lenormandi* f. *Roscoviense* Heydr. auf einem toten *Lithothamnium*zweig wachsend. Große Konzeptakel sind weiblich, kleine männlich. 10 : 1.

Fig. 5. Desgl. Längsschnitt durch einen Thallus mit einem Cystocarp-Konzeptakel. 230 : 1.

Fig. 6. Desgl. Procarp. Das befruchtete Carpogenium c. hat sich bereits in drei carpogene Zellen geteilt, auf der mittleren sitzt noch das Trichogyn. 990 : 1.

Fig. 7. dito. Peripherischer Teil eines Längsschnittes durch ein Cystocarp-Konzeptakel. A = Auxiliarzellen, c. carpogene Zellen. Sp. Spore. Bei c^1 entwickelt diese carpogene Zelle einen kurzen Fortsatz, welcher in die darunter befindliche helle sterile Zelle eindringt und so dieselbe zur Auxiliarzelle erhebt. Aus einem Mikrotompräparat. 990 : 1.

Fig. 8. dito. Peripherischer Teil eines Längsschnittes durch ein Cystocarp-Konzeptakel. A = Auxiliarzellen. c carpogene Zellen. Sp. Spore. Tr. Trychogyn. Die Auxiliarzellen liegen hier direkt unter den zentralen Procarpien, weshalb die carpogenen Zellen nach unten mit den Auxiliarzellen in Fusion treten und nicht erst, wie in Fig. 7 bis in die Konzeptakel-Peripherie zu wachsen brauchen. Aus einem Mikrotompräparat. 990 : 1.

Fig. 9—12. *Phymatholithon polymorphum* (L.) Fos. forma *Battersii* (Fos.) Heydr.

Fig. 9. Längsschnitt durch einen Teil einer weiblichen Konzeptakelbasis. 230 : 1. Tr. Trichogyn. C. Carpogonium. A. Auxiliarzelle. st. sterile Procarpien.

Fig. 10. Befruchtetes Procarp. 990 : 1.

Fig. 11. Freies Cystocarp. In der Mitte eine Spore, herum 4 sterile Nebenfäden. Tr. Trichogyn. 990 : 1.

Fig. 12. Vegetative Zellen aus den mittleren Teilen des Thallus. 990 : 1.

---

5. N. Dessiatoff: Zur Entwicklung des Embryosackes von Euphorbia virgata W. R.

(Mit 17 Textfiguren.)

(Eingegangen am 14. Februar 1911.)

Die Frage nach der anomalen Entwicklung der Embryosäcke bei einigen Angiospermen ist schon oft in der botanischen Literatur der letzten Jahre erörtert, sie kann aber nur exakt und vollkommen beantwortet und aufgeklärt werden durch eine große Zahl von Untersuchungen.

Im ersten Hefte der Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft im Jahrgange 1909 finden wir die Artikel des Herrn J. MODILEWSKI betreffend die Embryobildung von *Euphorbia procera*. Nach der Beschreibung der Abweichungen der Entwicklung des Embryosackes dieser Pflanze vom normalen Typus meint der Autor, daß die anderen *Euphorbia*-Arten keine so wichtige

Anomalie zeigen[1]). Doch ist dies nicht der Fall; wenigstens ist es mir gelungen, noch eine andere Art von *Euphorbia* zu finden, bei der beinahe eben solche Anomalie existiert. Das ist *E. virgata*. Das Untersuchungsmaterial von dieser Pflanze habe ich anfangs Mai im botanischen Garten des Moskauer Landwirtschaftlichen Instituts gesammelt und in Chrom-Essigsäure fixiert. Bei der Färbung habe ich die Methode und den Farbstoff des Herrn J. MODILEWSKI angewendet und dabei ganz gute Resultate erzielt. Der Farbstoff wird in folgender Weise vorbereitet: 50 ccm absoluten Alkohols werden mit essigsaurem Kupfer gesättigt und mit 50 ccm Wasser verdünnt. Nach dem Filtrieren werden in dieser Flüssigkeit 1 g Malachitgrün und 0,4 g saures Fuchsin aufgelöst. Durch

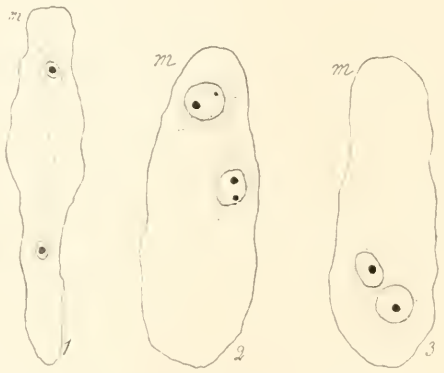


Fig. 1. Zweikerniger Embryosack. Fig. 2, 3. Vierkerniger Embryosack. m = mikropylares Ende.

eine zweite Filtration bekommt man eine klare Farbstofflösung, welche nach Verdünnung (20 Tropfen auf 10 ccm Wasser) verwendbar ist. Ich bemühte mich, die Mikrotomschnitte nicht mehr als 10 μ dick zu bekommen, weil ich mich überzeugte, daß nur so dünne Schnitte gute Resultate geben können. Die Schnitte werden 24—48 Stunden lang gefärbt und dann mit absolutem Alkohol differenziert. Nachher werden sie während einer $^1/_4$ Stunde mit Orange-Nelkenöl gefärbt. Das Öl wird mit einem Löschblatt abgetrocknet und dann können die Präparate in Kanadabalsam eingeschlossen werden. Leider zeigte mir mein Material erst jenen Moment der Entwicklung des Embryosackes, in dem sich der Kern einer der vier Makrosporen schon einmal geteilt hatte, und

[1]) Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Jahrgang 1909 Band XXVII, Heft 1.

ein Kern an jedem Pol des sehr in die Länge gestreckten Embryosackes lag. (Fig. 1.) Dabei nehme ich an, daß die vorherige Entwicklung des Embryosackes normal verlaufen war. Es ist mir also gelungen, die Polarität der Kerne schon nach der ersten Teilung zu bemerken. Nach der ersten Teilung folgt die zweite; dabei nähern sich zwei der neu entstandenen Kerne dem Äquator des Embryosackes (Fig. 2, 3), und bald sehen wir vier Kerne kreuzweise im Embryosacke liegen. Die Kerne besitzen manchmal zwei Kernkörperchen und sind in Cytoplasma eingebettet. Dann kommt

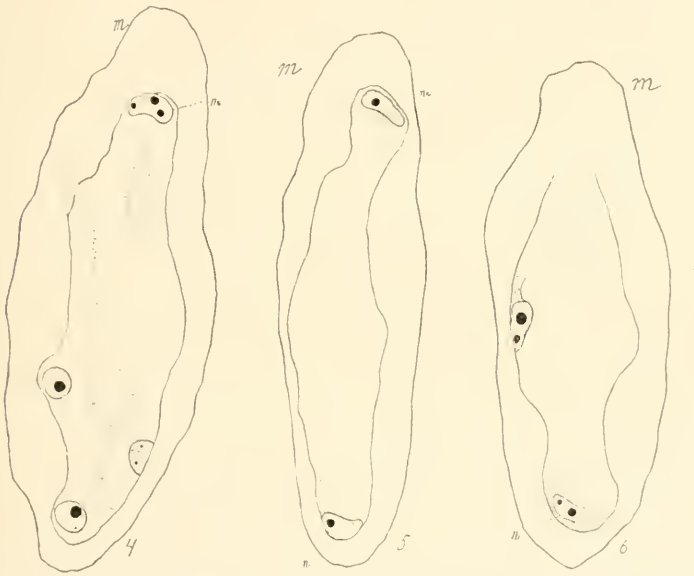


Fig. 4, 5, 6. Sechskerniger Embryosack (n_1 und n_1 bezeichnen denselben Kern, n_2 und n_2 ebenfalls). m = mikropylares Ende.

die dritte Teilung der Kerne. Doch teilen sich die vier Kerne nicht immer gleichzeitig: nachdem zwei von ihnen schon geteilt, bleiben die anderen zwei ungeteilt und daher bekommt man ein Zwischenstadium mit 6 Kernen (Fig. 4, 5, 6). Zuletzt teilen sich auch die anderen zwei Kerne. In dieser Zeit sieht man keinen Unterschied zwischen diesen Kernen.

Dann geht die Entwicklung weiter und jeder von diesen acht Kernen teilt sich von neuem, doch nicht immer alle gleichzeitig und deshalb kann man oft zwölfkernige Stadien bemerken. Endlich finden wir im Embryosacke sechzehn Kerne in vier Gruppen

angeordnet (Fig. 7, 8, 9, 10, 11). Bald darauf beginnt die Wanderung der Kerne: ein Kern von jeder Tetrade wandert zum Zentrum des Embryosackes, wo sie sich dicht aneinander legen (Fig. 12, 13,

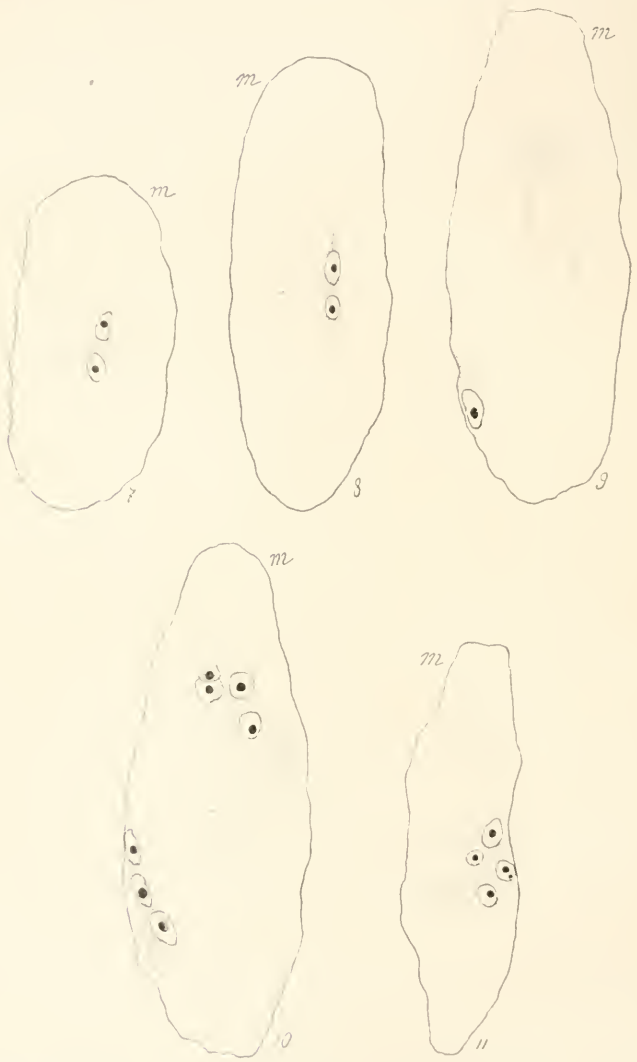


Fig. 7, 8, 9, 10, 11. Embryosack mit vier Tetraden von Kernen.

14, 15, 16), dann vollkommen zusammenfließen und im Zentrum des Embryosackes einen sekundären Kern mit 4 Kernkörperchen im Innern bilden. (Fig. 17.) Zu derselben Zeit findet eine morphologische Differenzierung der Kerne statt, die mikropylare Kerngruppe gibt die Anlage zum Eiapparat. Man erkennt den Eikern

im vakuolisierten Cytoplasma der Eizelle und zwei Synergiden. Die drei Kerne, welche an dem anderen Pol des Embryosackes liegen, sind die der drei Antipoden. Um die, auf der linken und rechten Seite des Embryosackes liegenden Kerne bilden sich Zellen

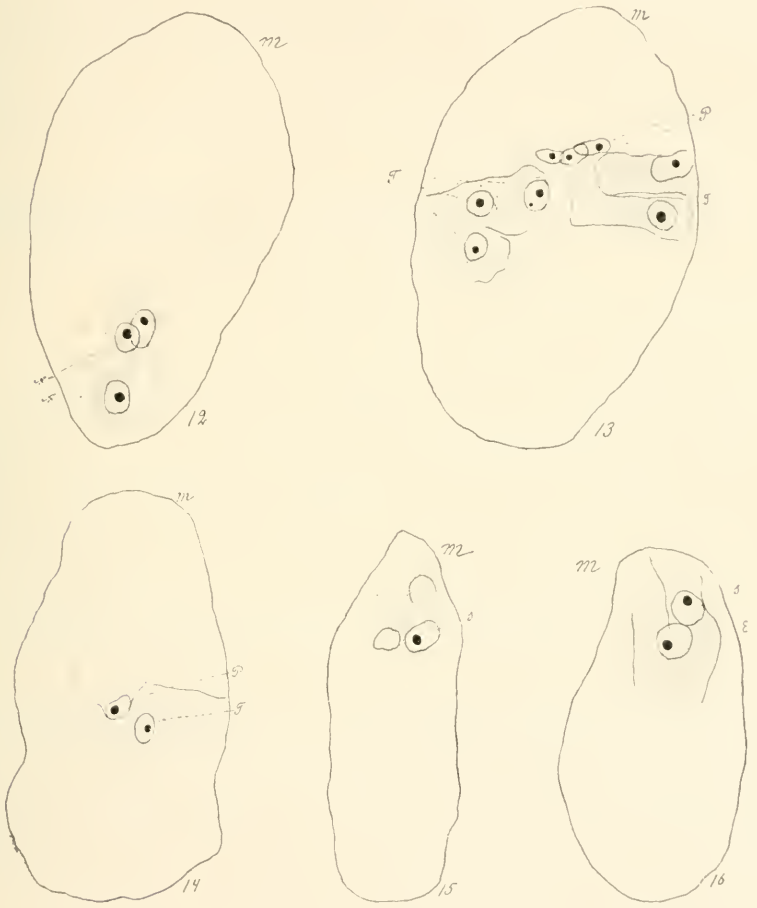


Fig. 12, 13, 14, 15, 16. Reifer Embryosack.
E = Eizelle. *s* = Synergiden. *A* = Antipoden, *T* = Zellentriade. *P* = Polkerne.

in der Weise, als ob sich hier zwei Eiapparate gebildet hätten. Mit diesem Stadium schließe ich vorläufig meine Arbeit, da es zu weiteren Untersuchungen an Material fehlte. Leider habe ich bei meinen Studien weiter entwickelte Stadien der Befruchtung und Entwicklung des Embryos nicht gefunden, es war aber auch nicht meine Absicht. Man kann annehmen, daß die Teilung der Kerne

des Embryosackes der *E. virgata* ebenso wie die der *E. procera* verläuft und auch die folgenden Stadien bei *E. virgata* denselben Charakter haben. Es ist dabei nicht zu vergessen, daß die Anfangsstufen der Entwicklung der Embryosäcke von *E. virgata* und *E. procera* sehr verschieden sind, wie uns die Untersuchung des Herrn J. MODILEWSKI gezeigt hat[1]). Während bei *E. procera* die Polarität erst bei der zweiten Teilung beginnt, finden wir sie hier schon nach der ersten Teilung der Kerne. Von den Unterschieden, die sonst noch existieren, kann ich noch nicht sprechen. Jedenfalls gibt es noch ein Beispiel eines Embryosackes mit 16 Kernen in der Gattung *Euphorbia*.

Die hier gezeigten Abbildungen sind nicht aus mehreren Schnitten kombiniert, sondern stellen nur je einen Mikrotomschnitt

Fig. 17. Vier Polkerne zu einem sekundären Kern verschmelzend. *m* = mikropylares Ende des Embryosackes.

dar. Es scheint mir dieses richtiger zu sein, weil die Abbildungen nicht schematisch sind, obwohl jede von ihnen nur einen Teil des Embryosackes zeigt. Ein Schnitt, in welchem alle 16 Kerne zu sehen sind, ist unmöglich zu bekommen, da der Sack eine gewisse Dicke hat, welche einen Teil der Kerne in Schnitten, die dicker als 10 μ sind, unsichtbar macht.

Diese Arbeit wurde im Laboratorium der Frauen-Hochschule zu Moskau unter der liebenswürdigen Leitung des Herrn Professor Dr. S. ROSTOWZEW ausgeführt, welchem ich hier meinen innigsten Dank für die wertvollen Anweisungen ausspreche.

Literatur.

J. MODILEWSKI, Zur Embryobildung von *Euphorbia procera*. (Ber. der Deutsch. Bot. Gesellschaft 27, Heft 1, 1909.)

1) Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Jahrgang 1910. Band XXVIII. Heft 8.

J. MODILEWSKI, Weitere Beiträge zur Embryobildung einiger Euphorbiaceen. (Ber. der Deutsch. Bot. Gesellschaft 28, Heft 8, 413, 1910.)
J. MODILEWSKI, Über anomale Fälle der Embryosackentwicklung bei den höheren Pflanzen. (Mitt. d. Gesellschaft d. Naturforscher in Kiew, Bd. XX, S. 337).
A. ERNST, Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Embryosack der Angiospermen (Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 91. Jahresversammlung. Glarus 1908. 1.)

6. Karl Rudolph: Zur Kenntnis der Entfaltungseinrichtungen an Palmenblättern.

(Mit Tafel III.)

(Eingegangen am 17. Februar 1911.)

Durch eine größere Reihe von Arbeiten[1]) ist uns der eigentümliche Modus der Blattentwicklung und Entfaltung bei den Palmen bekannt geworden, der schon wegen der Größe der Organe immer ein besonderes Interesse erweckt hat. Derselbe besteht bekanntlich im wesentlichen darin, daß die gefiederte oder fächerförmige Lamina als eine zusammenhängende, ganzrandige, in der Knospenlage gefaltete Blattfläche angelegt wird, aus welcher erst nachträglich durch Absterben oder Verschleimen bestimmter Gewebestreifen die Fiedern ausgegliedert werden. Bei den Fiederpalmen werden diese dann durch Streckung der Blattspindel auseinander gerückt. In der Achsel der Einzelfiedern treten weiterhin, wie wohl GOEBEL l. c. zuerst beschreibt, kleine Gewebepolster auf (Fig. 4 bei s), welche die den Spindeln anfangs dicht anliegenden Fiedern von der Achse bis zu einem Winkel von nahezu

1) MOHL, Vermischte Schriften (1845), S. 177. — KARSTEN, die Vegetationsorgane der Palmen (1847). — TRECUL, Ann. d. scienc. natur. III. ser. vol. 20 (1853). — HOFMEISTER, Allgemeine Morphologie der Gewächse (1868), S. 532 (Handb. d. physiol. Bot. I). — GOEBEL, Vgl. Entwicklungsgesch. der Pflanzenorgane (1883) S. 221 (SCHENCK, Handb. d. Bot. III, 1). — EICHLER, Zur Entwicklungsgesch. d. Palmenblätter (Abh. der kgl. preuß. Ak. d. Wiss. Berlin 1885). — NAUMANN, A., Beitr. z. Entwicklungsgesch. d. Palmenblätter, Flora 45. (70.) Jhrg., 1887, S. 193. — DEINEGA, A., Beitr. z. Kenntnis d. Entwicklungsgesch. des Blattes und der Anlage d. Gefäßbündel. Flora, 85. Bd., 1898, S. 466. — KOOP, Anatomie des Palmenblattes mit besonderer Berücksichtigung ihrer Abhängigkeit von Klima und Standort. Beihefte z. Bot. Centralbl. XXII, 1, 1907, S. 85. — ZAWADA, das anatom. Verhalten der Palmenb. zu d. System dieser Familie. Diss. Erlangen 1890.

90° abspreizen. Endlich bilden sich an der Fiederspreite selbst „Schwellgewebe" aus, welche durch Vergrößerung ihrer Zellen das Auffalten der Einzelfieder aus der meist konduplikaten Knospenlage bewirken. Bei einigen stachelbewehrten Palmen besitzt aber außerdem noch jeder einzelne Stachel einen eigenen Bewegungsapparat in Form eines kleinen Gewebepolsters an seiner Basis (Fig. 4. p). Schon KARSTEN beschreibt (l. c.) solche Stachelpolster mit wenigen Worten, ihre Funktion richtig deutend, bei *Martinezia aculeata*, und NAUMANN wie EICHLER erwähnen sie noch kurz bei einigen anderen Gattungen.

Wir haben also zusammenfassend einen recht komplizierten Entfaltungsapparat am Palmenblatt vor uns, welcher sich zusammensetzt 1. aus den Vorkehrungen zur automatischen Trennung der Fiedern, 2. aus den Schwellgeweben der Einzelfiedern, 3. aus den Spreizpolstern am Grunde der Fiedern und 4. aus den Spreizpolstern an den Emergenzen.

Gelegentlich der anatomischen Durcharbeitung des von Herrn Professor CZAPEK auf Java gesammelten und mir freundlichst zur Verfügung gestellten Palmenmaterials wurde auch meine Aufmerksamkeit auf die bei den nahe verwandten Gattungen *Martinezia* und *Acrocomia* besonders auffallenden Stachelpolster gelenkt und von diesen ausgehend unternahm ich eine eingehendere anatomische Untersuchung der erwähnten Spreizvorrichtungen, da ich in der Literatur noch keine eingehendere Beschreibung derselben vorfand.

Zur Untersuchung der Spreizpolster an der Fiederbasis hatte ich lebendes Material im Gewächshaus des Institutes zur Verfügung. Ich verfolgte die Entwicklung derselben zunächst an *Phoenix canariensis* Hort.

Die stabförmige fächerartig zusammengefaltete Knospe der Blattspreite wird, wie bekannt, durch interkalares Wachstum des Blattstieles aus der umhüllenden Scheide des nächst älteren Blattes herausgeschoben. Die Blattspindel hat in diesem Stadium anscheinend schon ihre endgültige Länge erreicht, wenigstens konnte ich keine Größendifferenzen in den Abständen der Fiedern bei den sich entfaltenden und den ausgewachsenen Blättern feststellen. Die konduplikaten Fiedern sind der Blattspindel dicht angepreßt und hängen wenigstens im oberen Teile noch zusammen. Die Entfaltung beginnt damit, daß sich einzelne Fiedern an ihrer Spitze durch die Tätigkeit des Schwellgewebes öffnen. Das Aufklappen schreitet dann langsam von der Spitze gegen die Basis fort. Unterdessen beginnt auch das Ausspreizen der Fiedern, durch welches gleichzeitig die Trennung der Fiedern voneinander vollendet wird. Es

vollzieht sich ebenfalls von der Spitze des Blattes gegen die Basis fortschreitend in dem Maße, in dem die Fiedern in freiere Regionen der Laubkrone emporgehoben werden. Zunächst beobachtet man, daß sich am Grunde der Innenseite jeder der beiden zusammengeklappten Fiederhälften Zellen der dritten und vierten Zellage senkrecht zur Oberfläche strecken und hierbei Epidermis und Hypoderm nebst den subepidermalen Bastrippen und Gefäßbündeln emporwölben. Das radiale Streckungswachstum dehnt sich dann auch auf tiefere Zellagen aus und es resultiert die Bildung zweier vorspringender Gewebswulste (a und b Fig. 1, f in Fig. 4) am Grunde der Fiederfalte, welche durch das einander entgegengesetzte Wachstum gegeneinander stoßen und dadurch ein Auffalten der Fieder auch am Grunde bewirken. Da sich hierbei die innere Fiederhälfte gegen die Spindel stützt, muß gleichzeitig schon durch diese Polsterbildung ein Abspreitzen der ganzen Fieder von der Spindel um einige Grad erfolgen.

Gleiche Wachstumsvorgänge haben unterdessen auch in der Achsel zwischen Fieder und Spindel bei c und d Fig. 1 und s Fig 4 begonnen. Zuerst ist auch hier radiale Streckung der Zellen in der dritten und vierten Zellschicht eingetreten. Das Wachstum ergreift dann wieder einen größeren Zellkomplex oberhalb der Achsel und reicht auf der Spindelseite bis ungefähr zur 12. Zelllage hinein, wo sich dann das aufschwellende Polster auf größere Gefäßbündel der Rinde stützt. Das Wachstum der Zellen erfolgt ausschließlich in radialer Richtung ohne Änderung des Querdurchmessers der Zelle und erreicht hier das sieben- bis achtfache Maß der ursprünglichen Zellhöhe. Es ist in der Mitte des Polsters am stärksten und klingt gegen den Rand zu allmählich ab, was sich ja mechanisch ohne weiteres erklären läßt, da der Widerstand der nicht wachsenden Nachbarzellen gegen den Rand zu immer wirksamer wird. Die Längswände sind infolge der plastischen Dehnung wenigstens anfangs sehr zart, während die Querwände noch eine schwach kollenchymatische Verdickung unter reicher Tüpfelbildung und Verdrängung der Interzellularen erfahren. In den gestreckten Zellen treten dann auch mehrfach neue, zarte Querwände auf. Die Polsterzellen sind chlorophyllärmer als die übrigen Rindenzellen. Ab und zu finden sich einzelne Stärkekörner, bei *Acrocomia* auch Raphidenzellen, sonst konnten besondere Inhaltsstoffe nicht nachgewiesen werden. Nach beendetem Wachstum tritt wenigstens stellenweise Verholzung der Polsterzellen ein. Das Gegenpolster auf der Fiederseite (c) ist, wie die Figur zeigt, kleiner. Durch den gegenseitigen Druck werden späterhin die sich streckenden

Zellen beider Polster in dem Bestreben, sich einander parallel zustellen, etwas aus ihrer Richtung abgedrängt, so daß die ursprüngliche Wachstumsrichtung am fertigen Polster oft nicht mehr klar erkannt werden kann. Das Wachstum dieser beiden Polster führt notwendig wieder zu einer ansehnlichen Drehung der ganzen Fieder um ihre Ansatzstelle, wobei die Gegenseite passiv gedrückt wird, was in Faltenbildung auf dieser Seite zum Ausdruck kommt (s. Fig. 1). Damit ist die Fieder in ihre endgültige zur Spindel fast senkrechte Stellung gekommen.

Der gesamte Bewegungsapparat am Fiedergrunde setzt sich also aus 4 Teilpolstern zusammen, von denen je zwei gegeneinander drücken. Wir sehen hier eine Arbeitsverteilung auf vier verschiedene Regionen, durch welche eine allzu große Deformation und Spannung an einer Stelle umgangen wird.

Die Spreizpolster von *Acrocomia sclerocarpa* Mart. zeigten einen völlig übereinstimmenden Bau.

Bei vielen Phönixarten gehen die Fiedern nach unten ganz allmählich in Stacheln über, welche also hier den Fiedern homolog sind. Auch diese zeigen, wie zu erwarten stand, dieselbe Spreizvorrichtung. Wie erwähnt, treten aber nun ähnliche Einrichtungen auch an Emergenzstacheln auf. Ich untersuchte solche Stachelpolster bei *Martinezia caryotifolia* H. B. K. und der oben genannten *Acrocomia*, beide aus dem Botanischen Garten von Buitenzorg, die beide ganz übereinstimmende Verhältnisse zeigten. Diese Palmen tragen an allen oberirdischen Organen mit Ausnahme der Infloreszenzen große, schwarzglänzende, ± zweischneidige Stacheln, die am Stamm eine Länge von etwa 15 cm erreichen. Selbst der Spreite der Fiedern von *Martinezia* fehlen sie nicht.

In der Knospe sind diese Stacheln bereits völlig ausgebildet, sind aber in Anpassung an die engen Raumverhältnisse dem Traggorgan, nach oben gerichtet, dicht angeschmiegt und in eine Rinne (r Fig. 4) eingepreßt, wodurch auch Beschädigungen der jungen Organe durch ihre eigenen Waffen vermieden werden. Sobald dann das Blatt aus der Scheide herausgeschoben wird, richten sich die Stachel aus ihrer Rinne auf und werden, noch ehe sich die Spreite entfaltet, um ihre Basis als Angel schräg nach abwärts gedreht. Dieselbe einmalige Bewegung vollführen auch die Stacheln des Stammes, so daß etwa aufkriechenden Tieren allenthalben ein dichter Wald von Lanzen entgegenstarrt. Figur 4 zeigt die Stacheln in ihrer endgültigen Stellung und läßt auch die Stachelrinne und weiter am Grunde das erwähnte kleine Polster erkennen.

Ihrem anatomischen Bau nach gehören die Stacheln dieser

Palmen zu den kompliziertesten bekannten Emergenzen. Ihren Bau demonstriert das Querschnittsbild Figur 7 aus der Mitte des Stachels. An Stelle der Epidermis finden wir 2—3 Schichten kurzer, spindelförmiger Sklerenchymfasern mit braunen Wänden und noch dunklerem Inhalt. Sie erinnern an die braunen Scheiden der Farne und stimmen auch in ihrem chemischen Verhalten mit diesen überein, indem sie direkt weder Holz- noch Kork- noch Zellulosereaktion geben. Erst durch Behandlung mit kochender Kalilauge gelingt es, den braunen Farbstoff so weit auszuziehen, daß eine Violettfärbung mit Chlorzinkjod erkennbar wird. Die Zellen zeigen große Neigung, sich voneinander loszusplittern. Daß sie dem Hautgewebe entsprechen, geht daraus hervor, daß sie vielfach in büschelig verzweigte vielzellige Haare ausgehen. (Fig. 6.) Auf diese braune Scheide folgen langgestreckte verholzte Bastfasern, die allmählich in das verholzte weitlumige Grundparenchym übergehen. In dieses Grundgewebe sind Gefäßbündel in größerer Zahl eingebettet. Sie treten aus der Achse in gleicher Beschaffenheit wie dort in den Stachel ein und werden dann nach oben hin in Bau und Zahl etwas reduziert. Ganz regelmäßig fand ich im oberen Teil des Stachels die Leptome zerrissen und an deren Stelle schizogene Hohlräume gebildet (s. Fig. 7). Die Tracheiden geben mit Phlorogluzin-Salzsäure nur einen gelblichen Ton im Gegensatz zu dem normal verholzten Grundgewebe. Gegen die Basis zu verjüngt sich der Stachelkörper etwas (Fig. 2 und 3) und hier zeigt der Stachel auch einen ganz anderen anatomischen Bau, wie Fig. 6 zeigt, die in größeren Maßstab als Fig. 7 reproduziert ist. Die Gefäßbündel sind hier enger zusammengerückt, teilweise miteinander verschmolzen und ± gegen die Unterseite des Stachels verschoben. Das gesamte Grundgewebe wird hier von verholzten Bastfasern gebildet, die hier als die verschmolzenen Bastscheiden der Gefäßbündel aufzufassen sind, zwischen welchen erst weiter oben das Parenchym Raum zur Entwicklung gewinnt, während die Bastscheiden nach oben hin verschwinden. Besonders auffällig ist aber an der Stachelbasis ein dicker Belag von verkorkten Kollenchymzellen auf der Oberseite des Stachels (co in Fig. 6, 5, 2 und 3). Dieser bildet hier einen vorspringenden Wulst, kleidet dann auch den Winkel zwischen Stachel und Rinde aus und greift noch etwas auf die letztere über.

In diesem Kollenchymbelag haben wir wohl zunächst das aktive Bewegungsgewebe zu erblicken, welches die erste Aufrichtung des Stachels aus der Rinne bewirkt. Denn Kollenchym treffen wir überall dorten, wo ein Gewebe mechanisch gefestigt, dabei

aber noch wachstumsfähig sein soll. Durch Streckung dieser Kollenchymzellen in der Achsenrichtung des Stachels, also durch einseitiges Wachstum des Stachelgrundes wird derselbe leicht gekrümmt und der Stachelkörper um etwa 45 Grad emporgehoben. Meine Untersuchung setzte mangels jüngeren Materials mit diesem Stadium (Fig. 2) ein. Die Verjüngung, das Zusammenrücken der Gefäßbündel an der Stachelbasis und der Ersatz des spröden Holzparenchyms durch die biegsameren Bastfasern bedeutet offenbar eine gelenkartige Konstruktion des Stachelfußes, welche das Zustandekommen der Krümmung erleichtert. Es ist hier also jener Bewegungsmodus, welcher bei den Wachstumsbewegungen am allgemeinsten zur Verwendung kommt — verstärktes Wachstum der künftigen Konvexflanke —, zunächst angewendet. Die weitere Drehung aber wird wieder in Übereinstimmung mit den Fiedern durch ein von der darunter liegenden Rinde ausgehendes Spreizpolster bewirkt, dessen Bildung sich in ganz gleicher Weise wie dort vollzieht (Fig. 3 u. 5). Der Gipfel des aufsteigenden Polsters liegt etwas oberhalb der Anheftungsstelle des Stachels und drückt zunächst gegen den Kollenchymwulst, der hier das Gegenpolster der Fieder vertritt. Bei *Martinezia* greift das Polster aber noch tief unter den Stachel, welcher dadurch, wie Fig. 5 zeigt, einseitig emporgehoben und in seine endgültig abwärts gerichtete Lage gedreht wird.

In dem Polster finden wir auch hier wieder die übrigen Rindenelemente, wie subepidermale Bast- und Gefäßbündel und Gerbstoffzellen. Die Parenchymzellen werden später auch an den Längswänden verdickt und verholzen frühzeitig, so daß dann das fertige Polster ein hartes Widerlager für den Stachel bildet. Gleiche Spreizpolster finden sich auch bei den Stacheln des Stammes.

Es liegt also auch bei dem Bewegungsmechanismus der Stacheln eine Arbeitsverteilung zwischen dem Kollenchym des Stachels und dem Rindenparenchym des Tragorganes vor, welche es ermöglicht, daß die Stachel sofort nach dem Hervortreten des Tragorgans aus der Knospe mechanisch vollständig ausgebildet als fertige Waffe ausgespreizt werden können, während sie in der Knospenlage sorgfältig eingeklappt waren.

Aber nicht nur die großen Stacheln, sondern selbst auch die kleinen Borsten, welche die Oberfläche der Blattspindel von *Acrocomia* dicht bedecken, haben ihr eigenes Bewegungsgewebe. Sie bestehen in der Hauptsache aus kurzen, spindelförmigen, verdickten Zellen. Nur an der Oberseite der Basis ist auch hier wieder ein wenig zelliger Kollenchymbelag ausgebildet, welcher durch einseitiges Wachstum die Borsten aufrichtet.

Im wesentlichen gleiche Spreizpolster fand ich noch bei *Calamus cinnamomeus* und *Daemonorops angustifolius* aus dem Gewächshaus des Prager Botanischen Gartens. Nur fehlte hier die gelenkartige Differenzierung der Stachelbasis und der Kollenchymbelag. Die Krümmung der Stachelzähne an den Blattstielen von *Livistona chinensis* R. Br. und *Chamaerops humilis* L., welche erst nach der Entfaltung des Blattstieles herauswachsen, in der Knospe also noch nicht ausgebildet sind, erfolgt dagegen nur durch einseitiges Wachstum einer Flanke.

Phylogenetisch ist der Bewegungsmechanismus der Spreizpolster wohl zuerst an den Fiedern aufgetreten. Wir sehen dann hier vielleicht ein Beispiel, wie ein von einem Organ erworbenes Anpassungsmerkmal auch auf andere Organe übertragen wird und überall dort zur Anwendung kommt, wo es vorteilhaft ist.

Das Schwellgewebe der Fiederspreite wurde von KOOP (l. c.) bereits bei einer größeren Zahl von Gattungen auf seine Verteilung hin übersichtlich untersucht. Es sind bestimmte in der Längsrichtung der Fiedern verlaufende Zellstreifen des Mesophylls, meist auf der Innenseite der Faltenkanten gelegen, welche durch stärkeres Wachstum nach allen Dimensionen das Auffalten der Fiederspreiten bewirken. Es liegt ihnen also dasselbe Prinzip, wie den Spreizpolstern zugrunde: lokale Zellvergrößerung durch Wachstum und hierdurch bedingte Bewegung und Stellungsänderung des ganzen Organs. Diese Schwellgewebe treten an jedem Querschnitt durch die Größe und Farblosigkeit der Zellen hervor.

Bei dem untersuchten *Phoenix canariensis*, dessen Faltenkanten gefäßbündelfrei sind, kleidet es, aus 3 Zellagen bestehend, die ganze Innenseite der Faltenkanten aus. Die ziemlich dünnwandigen Zellen sind im Querschnitt hoch trapezförmig, mit der breiteren Basis nach innen, im Flächenschnitt isodiametrisch. Die Wände bestehen aus Zellulose. Tüpfel und Interzellularen sind spärlich. Die Epidermiszellen über dem Schwellgewebe sind höher als die übrigen und stark papillös vorgewölbt. Diese abweichende Gestalt ist offenbar eine Zwangsform aus der Knospenlage, wo die Epidermiszellen auf der Innenseite der Falte seitlich zusammengedrückt sind. Bei der Vergrößerung des Schwellgewebes werden sie dann passiv etwas ausgedehnt, ohne an dem gesteigerten Wachstum aktiv Anteil zu nehmen.

Bei *Acrocomia sclerocarpa* ist das Schwellgewebe durch einen starken Mittelnerv in zwei Teile, rechts und links des Nerves, zerspalten. Die Epidermiszellen des Schwellgewebes sind hier fast ganz kegelförmig. Im Knospenzustand der Fieder sind die Zellen

des Schwellgewebes kleiner als die übrigen Mesophyllzellen, außerdem die Zahl der Zellagen an diesen Stellen geringer, so daß ein deutliches Gelenk hier gebildet ist.

Bei *Martinezia* sind die großen, flächigen Blattsegmente in der Knospenlage mehrfach geknickt. Entsprechend findet sich auch unter jeder Knickungsstelle ein eigenes Schwellgewebe, so daß an einem Querschnitt eine größere Zahl derselben getroffen wird, nicht nur zwei, wie KOOP angibt. Sie finden sich hier entsprechend auch auf beiden Seiten des Blattes.

Das Schwellgewebe der Fiederspreite bei den Palmen gleicht in seinem äußeren Bild und funktionell ganz den von DUVAL-SOUVE und TSCHIRCH[1]) eingehend beschriebenen Gelenkzellen der Gramineenblätter, welche zunächst ebenfalls die Auffaltung aus der Knospenlage zu bewirken haben. Ebenso haben die Spreizpolster am Fiedergrund, wie schon GOEBEL l. c. erwähnt, ein Analogon in den Entfaltungspolstern in den Blütenständen der Gramineen, die in jüngster Zeit von Z. WOYCICKI[2]) eingehend untersucht wurden. Ein Vergleich mit diesen zeigt eine volle Übereinstimmung im Bau und Prinzip des Mechanismus, und es läßt sich für jedes Detail Entsprechendes hier und dort namhaft machen. Auch auf die Lodiculae wäre in diesem Zusammenhang hinzuweisen. WOYCICKI teilt aber mit, daß das Aufschwellen der Entfaltungspolster bei den Gramineen hauptsächlich durch Turgorsteigerung erfolgt, welcher nur teilweise und nachträglich Fixierung durch Wachstum folgt. Er konnte infolgedessen die Infloreszenzäste durch Plasmolyse wieder zum Aufrichten bringen. Bei den Fiederpolstern der Palmen gelingt das nicht und ebensowenig konnte bei den Schwellgeweben der Spreiten durch starke Plasmolyse ein Bewegungseffekt erzielt werden. Das Aufschwellen derselben beruht hier also wohl von Anfang an auf Wachstumsvorgängen. Daß bei völligen Eintrocknen und Schrumpfen der Gewebe ein Aufrichten der Fiedern eintritt, erklärt sich notwendig aus den Bauverhältnissen der Spreizvorrichtung, dürfte aber kaum von praktischer Bedeutung für die lebende Palme sein.

Die morphologische Ähnlichkeit der Entfaltungseinrichtungen bei Palmen und Gräsern bildet nur einen unter mehreren Fällen von Analogien in den Anpassungsmerkmalen dieser biologisch sonst

1) DUVAL-SOUVE, Histotaxie des feuilles de Graminées, Ann. d. scienc. nat. ser. VI, 1. TSCHIRCH, Beitr. zu d. Anatomie u. d. Einrollungsmechanismus d. Grasblätter, PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot. XIII, 1882.

2) Z. WOYCICKI, Über d. Bewegungseinrichtungen an den Blütenständen der Gramineen, Beih. z. Bot. Zentralbl., Bd. XXVI, Abt. 1 (1910), S. 188.

sehr verschiedenen Familien (vgl. die reichblütigen Infloreszenzen, Windblütigkeit, Ligularbildungen usw.), die vielleicht auch bei phylogenetischen Betrachtungen zu beachten sein werden. Die Einrichtung der Spreizpolster scheint übrigens noch verbreiteter zu sein. Ich fand solche z. B. noch nachträglich an den Kladodien von *Asparagus Sprengeri*.

Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität zu Prag, Februar 1911.

Erklärung der Tafel III.

Fig. 1. Längsschnitt durch das Spreizpolster am Fiedergrund von *Phoenix canariensis* Hort. Der Schnitt geht parallel der Bildfläche von Fig. 4 und ist wie diese Figur orientiert. f_1 f_2 Fiederhälften; a, b, c, d Spreizpolster; r Rinde der Spindel.

Fig. 2. Junger Stachel von *Acrocomia sclerocarpa* Mart., eben aus der Rinne aufgerichtet. co in allen Figuren Kollenchymbelag.

Fig. 3. Entfalteter Stachel von *Martinezia caryotifolia* H. B. K. p Bewegungspolster.

Fig. 4. Partie der Blattspindel von *Acrocomia scleroc.* s Spreizpolster der Fieder = c u. d. Fig. 1; f Spreizpolster in Faltenwinkel d. Fieder = a u. b. Fig. 1; p Stachelpolster; r Stachelrinne.

Fig. 5. Stachelpolster von *Martinezia caryot.*, wie in Fig. 3, stärker vergr., Gf. Gefäßbündel.

Fig. 6. Querschnitt durch den basalen Teil des Stachels v. *Martinezia caryotif.*

Fig. 7. Querschn. durch d. mittleren Teil d. Stachels, schwächer vergr. als Fig. 6.

7. B. Němec: Über eine Chytridiazee der Zuckerrübe.

(Eingegangen am 18. Februar 1911.)

Während meiner Untersuchungen über die Nematoden-Krankheit der Zuckerrübe *(Beta vulgaris)* entdeckte ich in den Rindenzellen der Seitenwurzeln eine Chytridiazee, welche mir deshalb interessant zu sein scheint, weil sie darauf hinweist, daß zwischen den Chytridiazeen und den Plasmodiophorazeen viel nähere Beziehungen bestehen, als man bisher angenommen hat. Ich bezeichne die neue Chytridiazee als *Sorolpidium Betae* n. g. n. sp., ihre eingehende Beschreibung wird, mit den nötigen Abbildungen versehen, demnächst im Bulletin der b. Akademie in Prag erscheinen.

Die neue Chytridiazee bewohnt nur Rindenzellen der Seitenwurzeln, sie dringt nie in Pleromelemente ein. Auch verursacht sie weder Hypertrophien der befallenen Zellen noch hyperplastische Zellteilungen. Sie erscheint zunächst im Cytoplasma der Wirtzelle als nackte einkernige Zelle, die wächst und mehrkernig wird, bis sie einen großen Teil des Zellraumes einnehmen kann. Hierauf umgibt sie sich mit einer zarten Membran, in deren Innern das Zytoplasma in kleine einkernige Portionen zerfällt, welche sich in einigen Fällen direkt mit einer Membran umgeben und ähnlich wie die Sorosporangien von *Rhizomyxa parasitica* Borzi verhalten. Ihre gegenseitige Anordnung sowie die äußere Form des Sporangienhaufens sind sehr variabel. Nie bilden sie jedoch hohle Gebilde, wie das bei *Sorosphaera* der Fall ist. Jedes Sporangium ist schwach höckerig, einkernig. Vor der Keimung zerfällt sein Inhalt in 2 bis 4 Zoosporen, die durch eine kreisförmige, in der Membran entstandene Öffnung herausschwärmen. Entleerungspapillen werden nicht gebildet, wodurch sich der Parasit von *Rhizomyxa* unterscheidet. Andererseits können sich die oben erwähnten Plasmaportionen weiterteilen und diese kleinen Zellen werden direkt zu Zoosporen. Die zarte äußere Membran des Zoosporangiums bildet dann unregelmäßige Öffnungen, durch welche die mit einer Zilie versehenen Schwärmer hinausschwärmen. Die äußere Form dieser Zoosporangien ist ebenfalls sehr variabel, es gehen denselben weiter Entleerungspapillen ab, so daß die analogen Zoosporangien von *Rhizomyxa parasitica* auch in dieser Beziehung sich von denen des

Sorolpidiums unterscheiden. Außerdem kommen in den Rindenzellen der Rübenwurzeln noch Dauersporen (Zysten) vor, welche recht ähnlich jenen von *Asterocystis radicis* de Wildeman sind, von denen ich jedoch nicht sicher angeben kann, daß sie zu *Sorolpidium* gehören.

Die vegetativen Kernteilungen von *Sorolpidium* sind ähnlich wie jene von *Plasmodiophora* und *Sorosphaera* durch die Persistenz und Teilung des Karyosoms ausgezeichnet. Diesen folgen dann zwei abweichende Fortpflanzungsteilungen, vor deren Eintritt das Karyosom verschwindet und auch andere zytologische Veränderungen zu beobachten sind, welche von NAWASCHIN und PROWAZEK für *Plasmodiophora*, von MAIRE und TISON, sowie von BLOMFIELD und SCHWARTZ für *Sorosphaera* beschrieben wurden. Würde man nur die nackten vegetativen Körper sowie die Sorosporangien von *Sorolpidium* kennen, so könnte man den Organismus ohne weiteres zu den Plasmodiophorazeen zählen. Aber der Umstand, daß in jedem Sorosporangium ähnlich wie bei *Rhizomyxa* — mehrere Schwärmsporen entstehen können, spricht gegen die Auffassung, daß hier einfache Sporen vorliegen. Da schon bei *Rhizomyxa* und wahrscheinlich auch bei *Sorolpidium* zuweilen nur ein Schwärmer in dem Sorosporangium entsteht, könnte man annehmen, daß dies bei *Plasmodiophora* Regel geworden ist, so daß die Sorosporangien monospor geworden sind und daher scheinbar einfache Sporen vorstellen. Allerdings sind von Plasmodiophorazeen bisher keine großen dünnwandigen Zoosporangien bekannt.

Sorolpidium kann zu mehreren eine Zelle infizieren. Dann können in einer Zelle auch mehrere große Zoosporangien erscheinen. Dagegen gibt es auch Wirtzellen, welche nur ein einziges Zoosporangium enthalten. Für das Vorhandensein einer Schizogonie fand ich keine Belege.

Nach E. MARCHAL geht *A. radicis* nicht auf *Beta vulgaris* über. *Asterocystis* bildet ebenfalls große Zoosporangien ohne Entleerungsschläuche, dagegen sind von ihr keine Sorosporangien bekannt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß man solche noch finden wird, ebenso wie es nicht ausgeschlossen ist, daß man große Zoosporangien bei den echten Plasmodiophorazeen entdecken könnte. Jedenfalls ist das so häufige gleichzeitige Vorkommen von *Plasmodiophora Brassicae* und *Olpidium Brassicae* recht bemerkenswert.

Zu dieser vorläufigen Mitteilung hat mich ein kurzes Referat über eine von R. MAIRE und A. TISON soeben (am 23. Januar d. J.) in der Pariser Akademie vorgelegte Arbeit über einige Plasmodiophorazeen veranlaßt, welche keine Hyperplasien verursachen. Die

Verfasser fanden in den Wurzeln von *Veronica arvensis* und auch bei anderen Pflanzen Parasiten (*Ligniera*), welche eine große Verwandtschaft mit BORZIs *Rhizomyxa* einerseits und mit den Plasmodiophorazeen andererseits äußern. Die Verfasser kommen zur Ansicht, daß die Chytridiazeen tatsächlich mit den Plasmodiophorazeen verwandt sind, worin ich ihnen auf Grund meiner Untersuchungen über *Sorolpidium Betae* beistimmen muß.

8. F. W. Neger: Ambrosiapilze.

IV. Tropische Ambrosiapilze.

(Eingegangen am 22. Februar 1911.)

Die Anzahl der in Mitteleuropa lebenden pilzzüchtenden Holzborkenkäfer ist nicht sehr groß.

Die häufigsten sind:

Xyleborus dispar, X. Saxesehni, X. cryptographus, X. dryographus, X. monographus u. a., und Xyloterus domesticus, X. lineatus u. a.

Von zweien derselben, Xyloterus lineatus und Xyleborus dispar, gelang es mir — wie ich früher (7) ausführte —, die zugehörigen Ambrosiapilze rein zu züchten.

Leider degenerieren diese, auf künstlichen Nährboden gezogenen Pilze mit der Zeit derart, daß ihr Wachstum immer schlechter wird. Jetzt, nachdem ich sie fast drei Jahre in Kultur habe, gelingt es kaum mehr, sie zur Bildung von Ambrosiahäufchen zu veranlassen.

Etwas häufiger sind die pilzzüchtenden Bostrychiden in Südeuropa. So fand ich im Sommer 1908 in den Eichenwäldern von Montona auf der Halbinsel Istrien — außer X. dispar, der hier geradezu epidemisch auftrat — in großer Menge Platypus cylindricus und konnte in den Puppenwiegen dieses Käfers die Ambrosia gut nachweisen. Indessen war es nicht möglich, den betreffenden Ambrosiapilz zu kultivieren, da die Ambrosiaschicht zu alt und zu sehr durch andere Pilze verunreinigt war.

Geradezu massenhaft aber scheinen diese Pilzzüchter in den Tropen der neuen und alten Welt vertreten zu sein.

Eine in ökologischer Hinsicht besondere Stellung nehmen nur jene — bisher vielfach zu den pilzzüchtenden Bostrychiden gezogenen — Borkenkäfer ein, welche nicht im Holz, sondern in Früchten und Samen brüten.

Sie sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie den Beweis dafür liefern, daß die Pilzzucht der Borkenkäfer eine Anpassung ist, welche durch die mehr oder weniger große Nährstoffarmut des Substrats veranlaßt wird.

Es gehören hierher:

Coccotrypes dactyliperda in Datteln und Arecanüssen (Europa, Afrika, Asien),

Coccotrypes Eggersii in Samen von *Phytelephas macrocarpa* (Ecuador),

Stephanoderes Coffeae in Kaffeebohnen (Uganda, Angola) sowie verschiedene andere in Samen von

Diospyros Ebenum, *Elettaria major*, *Hyphaene guineensis*, *Cassia*-Früchten usw.

Durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Dr. HAGEDORN, Hamburg, war ich in der Lage, die Fraßgänge in vegetabilischem Elfenbein und in Kaffeebohnen auf ihren Pilzgehalt zu untersuchen. Es war in keiner der mir vorliegenden Proben eine Spur eines Ambrosiapilzes zu entdecken.

Nach HAGEDORN (2) besitzen die Larven des Steinnußbohrers übrigens auch viel kräftigere Mundwerkzeuge, als bei Pilznahrung vorauszusetzen wäre.

In den Bohnen von *Theobroma Cacao* wurde kürzlich in St. Thomé (Westindien) ein Xyleborus gefunden (wahrscheinlich X. perforans).

GUEGUEN (1) beschrieb denselben und fand gleichzeitig in den Fraßgängen einen Pilz, welchen er *Acrostalagmus Vilmorini* Guég. forma *Thomensis* nennt. Herr Prof. GUEGUEN (Paris) hatte die Güte, mir auf meine Bitte Material der angebohrten Kakaobohnen zu schicken. Ich fand in den Fraßgängen kein typisches Ambrosiamycel, und der von GUEGUEN beschriebene Pilz dürfte demnach nur eine zufällige Begleiterscheinung sein, wie von GUEGUEN wohl auch von Anfang an vermutet worden ist[1]).

Auch ohne die anderen in Samen brütenden Borkenkäfer und ihre Larvenwiegen auf die Abwesenheit eines Ambrosiapilzes hin zu untersuchen, wird man nach den bisherigen Erfahrungen sagen können, daß bei diesen Tieren die Pilzzucht unterbleibt, weil das nährstoffreiche Substrat in hinlänglicher Weise den nötigen Lebensunterhalt gewährt.

1) Der vermeintliche die Kakaobohnen anbohrende Xyleborus dürfte sich bei näherer Untersuchung vielleicht als Verwandter der nicht pilzzüchtenden, Samen bewohnenden, Bostrychiden herausstellen, was von berufener zoologischer Seite entschieden werden möge.

Dagegen scheint bei den holzbewohnenden Bostrychiden die Pilzzucht eine nie fehlende Erscheinung zu sein. Physiologisch erklärt sie sich durch die relative Nährstoffarmut des Holzes.

Bei der großen Mehrzahl der im Holz brütenden Bostrychiden, die aus tropischen Hölzern bekannt geworden sind, wurde bisher nur wenig auf die Anwesenheit oder Abwesenheit eines Pilzes geachtet, obwohl dies nahegelegen hätte, da, wie HAGEDORN (3) ausführt, die Ausbildung der Mundwerkzeuge dieser Tiere mit der Art der Nahrung (Pilze, Rinde, Milchsaft oder harte Samensubstanz) in innigem Zusammenhang steht.

Ich hatte im Laufe der letzten Jahre Gelegenheit, eine größere Anzahl von Bostrychidenfraßgängen in tropischen Holzpflanzen näher zu untersuchen und möchte nun im folgenden eine kleine Übersicht über alle Fälle geben, in welchen ich unzweifelhaft die charakteristischen Ambrosiabildungen nachweisen konnte.

Bemerkenswert ist, daß gerade sehr wichtige tropische Kulturpflanzen einen beliebten Aufenthaltsort dieser Pilzzüchter bilden:

Hevea brasiliensis.

Im Herbst 1909 machte mich gelegentlich eines kurzen Aufenthalts in Hamburg Herr Professor BRICK gütigst auf *Hevea*-Keimpflanzen aufmerksam, welche — aus Ceylon stammend und für Kamerun bestimmt — ihm zugegangen waren, weil an einigen derselben Verletzungen durch einen Käfer beobachtet worden waren. Nach gütiger Bestimmung durch Herrn Dr. HAGEDORN, Hamburg, handelte es sich um X. cognatus, zuerst aus Tonkin (auf unbekannter Nährpflanze) beschrieben. In den Fraßgängen dieses Käfers, welche die jungen *Hevea*-Pflanzen derart durchsetzten, daß eine schwere Schädigung unvermeidlich schien, fand ich sehr schön entwickelte Ambrosia; die einzelnen Zellen der Nährschicht hatten das Aussehen von *Endomyces*-Chlamydosporen. Die Reinzucht des Pilzes gelang leider nicht.

Castilloa elastica.

Durch Herrn Dr. HAGEDORN erhielt ich ein kleines Fraßstück von Xyleborus spathipennis in dieser wichtigen zentralamerikanischen Kautschukpflanze. (Sammler OHAUS 1905. Ecuador.)

Die Ambrosiaschicht war sehr schön erhalten, die einzelnen Ambrosiazellen kugelig-länglich. Eine Kultur des Pilzes war leider nicht möglich, da das Material zu alt war.

Manihot glaziovii.

Auch dieses Material verdanke ich Herrn Dr. HAGEDORN.

Das Holzstück stammt vom Kongo (1910) und enthält Fraßgänge des Xyleborus confusus, und in diesen eine stark zersetzte und verunreinigte Pilzschicht, an deren Ambrosianatur aber nach dem allgemeinen Aussehen kaum zu zweifeln ist.

Thea chinensis.

Herr Koll. ESCHERICH sandte mir im Februar 1910 aus Ceylon Fraßstücke von Xyleborus fornicatus, welcher in den dortigen Teeplantagen „a serious pest" veranlaßt.

Die Ambrosiapilzschicht ist sehr deutlich, die einzelnen Ambrosiazellen (?) länglich mit einigen Querwänden versehen. Dieses Bild machte freilich einen ganz anderen Eindruck, als ich es sonst von den meisten Ambrosiazellen gewöhnt war.

Da das Material frisch war, so gelang es, Reinkulturen anzulegen; aber auch diese hatten durchaus nicht das Aussehen von echten Ambrosiapilzen. Der für letztere — anscheinend — charakteristische Geruch nach Fruchtestern fehlte vollständig.

Ich schrieb daher nochmals nach Ceylon und erhielt von Herrn Dr. PETCH, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danke, weiteres Material von befallenen Teepflanzen. Die Frage konnte aber mit diesem Material nicht entschieden werden, da die betreffenden Fraßgänge schon sehr alt, längst verlassen, und der Ambrosiapilz abgestorben war. Allerdings fand ich in dieser zweiten Sendung keine Spur von dem aus der ersten Sendung gezogenen Pilz, so daß ich ziemlich bestimmt annehmen muß, daß es sich damals um eine zufällige Verunreinigung handelte.

Daß aber der im Tee brütende Xyleborus ein Pilzzüchter ist, geht aus der zweiten Sendung unzweifelhaft hervor.

Theobroma Cacao.

Im Herbst 1910 sandte mir Herr Professor BRICK gütigst kleine Fragmente von Kakaoholz, in welchen Fraßgänge eines Xyleborus (?) zu erkennen waren. Das Material stammte aus Guatemala und enthielt eine deutliche, allerdings schon stark verwitterte Ambrosiaschicht.

Coffea arabica.

In Java sowie in Tonkin, neuerdings auch in Deutsch Ostafrika, wird den Kaffeekulturen sehr schädlich ein Xyleborus von WURTH X. Coffeae benannt. Vgl. HAGEDORN, wieder ein neuer Kaffeeschädling (Entomol. Blätter Bd. VI, 1910). Der Käfer bewohnt nicht die Bohnen sondern den Stamm. Zur Untersuchung lagen mir durch gütige Vermittlung von Herrn Dr. HAGEDORN folgende Proben vor:

1. Robustakaffee aus Java (Salatiga) 1910.

Die Ambrosiaschicht ist überaus mächtig und wohlentwickelt, die einzelnen Ambrosiazellen erinnern an diejenigen in den Larvenwiegen des Xyleborus dispar.

2. Bukobakaffee aus Amani (Deutsch-Ostafrika) 1910.

Die Ambrosiaschicht ist (wohl infolge von Verwitterung) wenig mächtig. Aber die einzelnen noch vorhandenen Ambrosiazellen stimmen in Form und Größe vollkommen mit den unter 1 genannten überein.

Cedrela odorata.

In einer Zigarrenkiste, deren Holz anscheinend von *Cedrela odorata* stammte, fand ich Fraßgänge mit stark nachgedunkelter Ambrosiaschicht.

Zu diesen selbst beobachteten Fällen wäre aus der Literatur hinzuzufügen:

Acacia decurrens.

ZIMMERMANN (8) fand in einem Versuchsgarten zu Amani (Deutsch-Ostafrika) einen starken Befall von $1^1/_2$ jährigen Bäumchen von *Ac. decurrens* durch eine nicht näher bestimmte Xyleborusart und beobachtete auch in den Fraßgängen deutliche Ambrosiapilzrasen. Seine Versuche, den Pilz rein zu züchten, verliefen resultatlos.

Dazu kämen endlich die zahlreichen Fälle, welche HUBBARD (4) in seiner grundlegenden Arbeit über Ambrosiabeetles von Nordamerika anführt.

Man braucht aber, um sich von der Häufigkeit dieser Pilzzüchter in der heißen Zone zu überzeugen, nur einen Blick in eine Sammlung tropischer Hölzer zu werfen. Die Kolonialabteilung des botanischen Museums in Dahlem ist in dieser Hinsicht ein dankbares Objekt.

Herr Geheimrat ENGLER hatte die Güte, mir zu erlauben, daß ich mir von einer Anzahl von Hölzern des tropischen Westafrika (besonders Togo) kleine Stücke zur mikroskopischen Untersuchung abschnitt; bei den meisten der so herausgeschnittenen Fraßgängen von Xyleborus- usw. Arten war die Ambrosiaschicht deutlich nachzuweisen, wenn auch oft schon sehr stark verwittert. Ich gebe hiervon eine kleine Übersicht.

Berlinia Hendelotii. Ambrosiaschicht sehr mächtig entwickelt aber stark geschwärzt.

B. Korstingii: Ambrosiaschicht deutlich.

Cassia Siberiana: Dicke Ambrosiaschicht.

Daniella thurifera: Ambrosiamycel mit dicker Nährschicht sichtbar.

Ficus lutea: Pilzschicht deutlich, mäßig dunkel.

F. tiliifolia: Pilzschicht mächtig, aber durch andere Pilze verunreinigt, sehr dunkel.

Ficus sp. (Furubaboku): Ambrosiaschicht wohl erhalten aber stark verunreinigt.

Ficus sp. dgl.: Verunreinigender Pilz eine *Ceratostomella*.

In keinem dieser Fälle war es möglich, die betreffenden Käfer noch aufzufinden und bestimmen zu lassen. Aber die Form der Fraßfiguren läßt keinen Zweifel darüber aufkommen, daß es sich tatsächlich um Xyleborus und nahe Verwandte handelte.

Eine Kultur der betreffenden Ambrosiapilze gelang gleichfalls nicht, was bei dem Alter des Materials und der starken Verunreinigung der Pilzrasen durch Unkrautpilze nicht wunderbar ist.

Es erübrigt noch, auf die Frage, welchen Schaden diese Pilzzüchter verursachen, kurz einzugehen.

Bekannt ist, daß der technische Wert eines Holzes, das von holzbewohnenden Bostrychiden angebohrt wird, nicht unbeträchtlich herabgesetzt wird. Die Schuld wird aber in diesen Fällen allein dem Käfer selbst beizumessen sein, und die Angelegenheit ist daher Gegenstand der tropischen Forstentomologie.

Anders steht es, wenn lebende Bäume — namentlich junge Pflanzen — befallen werden.

Es könnte hier die Frage aufgeworfen werden: Ist die Schädigung der Pflanze einzig und allein auf die Unterbrechung der Leitungsbahnen durch die den Holzkörper durchziehenden Fraßgänge zurückzuführen, oder sind an den beobachteten — oft zum Tod führenden — Krankheitserscheinungen auch die von den Ambrosiakäfern eingeschleppten Pilze beteiligt?

ZIMMERMANN (8) spricht sich im letzteren Sinn aus; er meint: „Daß die Ambrosiapilze in der phytopathologischen Literatur bisher so wenig Beachtung gefunden haben, ist um so auffallender, als dieselben für die befallenen Pflanzen in vielen Fällen viel schädlicher sein dürften als die relativ kleinen Bohrgänge der Ambrosiakäfer selbst.“ Und an einer anderen Stelle spricht er von einem „das Holz tötenden Mycel“.

Ich habe allerdings auch nicht selten beobachtet, daß von den Fraßgängen der Ambrosiakäfer bei lebenden Holzpflanzen Faulstellen ausgehen, welche eine nicht unbeträchtliche Ausdehnung annehmen.

Ob aber all diese beobachteten Holzzerstörungen wirklich auf

Rechnung des Ambrosiapilzes selbst zu setzen sind, scheint mir zweifelhaft und müßte erst noch durch sorgfältige Infektionsversuche bewiesen werden. In der Natur liegt die Sache wohl meistens etwas verwickelter.

Ich habe früher schon ausgeführt, daß die Ambrosiapilzrasen nur in der allerersten Zeit ihrer Entstehung als „Reinkulturen" angesprochen werden können.

Schon sehr bald nach der ersten Anlage siedeln sich in den Fraßgängen andere Pilze an, und diese sind es gerade, welche sich bei der Reinkultur der Ambrosiapilze auf künstlichen Nährboden störend bemerkbar machen (z. B. *Ceratostomella* u. dgl.).

Gelegentlich einer Untersuchung über die Reaktion der Wirtpflanze auf die Angriffe des Xyleborus dispar fand ich (6), daß das Mycel, welches von den Xyleborusfraßgängen ins Innere des Holzes vordringt — es bleibe dabei unentschieden, ob es sich um den Ambrosiapilz selbst oder einen seiner Begleiter handelt —, folgende Zerstörungen und Veränderungen im Holzkörper verursacht.

Ein Längsschnitt durch einen angebohrten Eichenheister zeigt oberhalb und unterhalb des Bohrloches eine bräunliche Verfärbung des Holzes. Die letztere erstreckt sich oft 10–20 cm und noch weiter vom Fraßgang und nimmt fast die ganze Breite des Querschnittes ein, bis auf die schmale Randzone des neugebildeten Holzes. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß diese Färbung bedingt ist durch eine intensive Bräunung des Inhalts der Markstrahl- und Strangparenchymzellen, z. T. auch der Gefäße und Tracheiden. Nach ihren mikrochemischen Reaktionen zu schließen, bestehen diese braunen Massen aus einem Gemenge von Gummi und Gerbstoff.

Das Pilzmycel erstreckt sich viel weniger weit als die Verfärbung des Holzes, nämlich nur etwa 2—3 cm. In den Gefäßen ist — innerhalb der braunen Zone — reichlich Thyllenbildung zu beobachten.

Hieraus ergibt sich, daß die verfärbten Holzpartien als Wundkern anzusprechen sind; jedenfalls kommen sie für die Saftleitung nicht mehr in Betracht.

Es leuchtet ein, daß, wenn an jungen — finger- bis daumendicken — Holzpflanzen derartige verfrühte Kernbildung eintritt, die ganze Pflanze leiden und schließlich zugrunde gehen muß. Bei den von Xyleborus dispar angebohrten Laubholzheistern (Ahorn, Eiche) wird dies in der Tat oft genug beobachtet.

MÜNCH (5) hat nun nachgewiesen, daß Erscheinungen, welche

mit den oben beschriebenen pathologischen Veränderungen des leitenden Holzes durchaus übereinstimmen, stets dann auftreten, wenn lebende Holzpflanzen mit holzzerstörenden Pilzen infiziert wurden. Auch MÜNCH beobachtete bei seinen Infektionsversuchen zwei Zonen der Holzverfärbung, eine innere an die Wunde grenzende, in welcher gleichzeitig Pilzmycel zu finden war, und eine äußere, pilzfreie, in welcher Verstopfung der Gefäße durch Thyllen und Einlagerung von Wundgummi in den Parenchymzellen zu finden war.

Die Tätigkeit der Holzpflanzen anbohrenden Xyleborusarten läßt sich also mit künstlichen Wundinfektionen, durch welche Wundkernbildung veranlaßt wird, vergleichen, wobei allerdings noch unentschieden ist, ob der von den Ambrosiakäfern eingeschleppte Ambrosiapilz selbst oder einer seiner zufälligen Konkurrenten (Unkrautpilze) die Wundkernbildung und die pathologischen Veränderungen bewirkt.

Von dem Grad der Verwundung — bzw. der Größe der Fraßgänge im Verhältnis zum Achsenquerschnitt — hängt dann ab, ob die Wundinfektion letalen Ausgang nimmt oder nicht. Einerseits fand MÜNCH, daß ein Weitergreifen des Pilzes nur dann erfolgt, wenn durch Luftanreicherung der verletzten Gewebe die Bedingungen dafür geschaffen werden (bei schnellem und vollkommenem Luftabschluß bleibt das holzzerstörende Mycel mehr oder weniger lokalisiert), andererseits beobachtete ich (l. c.), daß eine Heilung der angebohrten Heister zustande kommt, wenn das Flugloch durch Wundkallus von den Wundrändern her geschlossen und so bedeutender Wasserverlust und Luftanreicherung des verletzten Holzkörpers verhindert wird.

Ich fasse die Ergebnisse dieser kleinen Untersuchung in folgenden Leitsätzen zusammen:

1. Die Pilzzucht der Ambrosiakäfer ist eine Anpassung an den Aufenthalt in einem nährstoffarmen Substrat (Holz). In der nährstoffreicheren Rinde und den mit Reservestoffen erfüllten Samen unterbleibt die Pilzzucht.

2. Die in unserer Zone nicht sehr verbreiteten pilzzüchtenden Bostrychiden sind in der warmen und heißen Zone ungemein häufig; sie kommen sowohl im gefällten (aber noch nicht toten) Holz als auch in stehenden Holzpflanzen — selbst bei sehr geringem Achsendurchmesser — vor. Wichtige tropische Kulturpflanzen (Kautschukpflanzen, Kaffee, Tee, Kakao usw.) leiden oft sehr unter dem Befall durch diese Tiere.

3. Die schädliche Wirkung der Ambrosiakäfer besteht nicht nur in den durch das Anbohren verursachten mechanischen Verletzungen, sondern auch darin, daß diese Tiere Pilze einschleppen, welche den leitenden Teil des Holzkörpers außer Tätigkeit setzen und dadurch die Pflanzen — namentlich junge — zum Absterben bringen. Diese Pilze sind teils die Ambrosiapilze selbst, teils in deren Gefolge lebende Gelegenheitsparasiten.

4. Die systematische Stellung dieser Pilze kann — mangels deutlich ausgebildeter Fruktifikationsorgane — nur durch Kultur derselben auf künstlichen Nährboden annähernd ermittelt werden. Wollte man aus der Form der Ambrosiazellen selbst irgendwelche Schlüsse ziehen, so wären die Mehrzahl der in den Tropen vorkommenden Ambrosiapilze sehr nahe verwandt mit jenen des X. dispar und des X. lineatus — also wahrscheinlich auch *Endomyces*-ähnliche Pilze.

5. Die Kultur der Ambrosiapilze — an und für sich schwierig — gelingt nur dann, wenn das Mycel von ganz frischen Larvenwiegen auf ein geeignetes Substrat übertragen wird. Die künstliche Kultur tropischer Ambrosiapilze ist daher nur an Ort und Stelle — und nur da, wo ein gut eingerichtetes mykologisches Laboratorium zur Verfügung steht — möglich.

Schließlich möchte ich nicht unterlassen, den Herren A. ENGLER (Dahlem), M. HAGEDORN (Hamburg), C. BRICK (Hamburg), K. ESCHERICH (Tharandt), F. GUEGUEN (Paris), T. PETSCH (Ceylon) für die mir gewährten freundlichen Zuwendungen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. GUEGUEN, F., Sur une „Fumagine" ou „noir" des graines de Cacaoyer de St. Thomé, produit par un *Acrostalagmus* (Bull. Soc. Myc. France Bd. XXVI, 1910).
2. HAGEDORN, M., Steinnußbohrer (Allg. Z. f. Entomologie Bd. IX, 1904).
3. HAGEDORN, M., Zur Systematik der Borkenkäfer (Entomologische Blätter Bd. V, 1909).
4. HUBBARD, The Ambrosiabeetles (U. S. Departm. Agriculture, Div. Entomol. Bull. 7, 1897).
5. MÜNCH, E., Versuche über Baumkrankheiten (Naturw. Z. f. Forst- u. Landw. Bd. VIII, 1910).
6. NEGER, F. W., Die Reaktion der Wirtpflanze auf den Angriff des Xyleborus dispar (ebenda Bd. VII, 1909).
7. NEGER, F. W., Ambrosiapilze II (Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft Bd. XXVII, 1909).
8. ZIMMERMANN, Über Ambrosiakäfer und ihre Beziehungen zur Gummibildung bei *Acacia decurrens* (C. Bact. Par. II. Abt., Bd. XX, 1908).

9. L. v. Bönicke: Zur Kenntnis der Prophasen der heterotypischen Teilung einiger Pollenmutterzellen.

(Mit Tafel IV.)

(Eingegangen am 22. Februar 1911.)

Die im verflossenen Jahre erschienene Zusammenfassung V. GRÉGOIREs „Les cinèses de maturation" zeigt, daß in der Deutung der sogenannten praesynaptischen Stadien und Synapsis noch immer kein Einklang herrscht. Zwei Theorien stehen einander gegenüber: die Junktions- und die Faltungstheorie. Nach der Junktionstheorie sind die Chromosomenpaare der Diakinese bereits in der Prophase angedeutet: entweder durch paarweise Anordnung und Vereinigung von Chromatinkörpern, welche bei den Monocotylen in einer den Chromosomen nicht genau entsprechenden Zahl vorhanden sind („Gamosomen" STRASBURGERs 1904—05 und MIYAKEs 1905), bei den Dikotylen dagegen bereits im ruhenden Mutterkern als sehr kleine Chromosomenpaare oder Prochromosomen vorgebildet sind (ROSENBERG 1904, 07, 09, OVERTON 1905, 09); oder durch paarweise verlaufende Fäden, welche sich aus dem Chromatingerüst herausdifferenzieren und dann im Spirem in nähere Verbindung treten (GRÉGOIRE 07, BERGHS 05, ALLEN 05, CARDIFF 06, YAMANOUCHI 08, 1910, LAGERBERG 09, LAWSON 1911). Im Grunde geht die Copulation von je 2 Prochromosomen allmählich in eine Copulation je zweier sich aus ihnen ausspinnender Fäden über, was besonders schön aus den Zeichnungen ROSENBERGs zu sehen ist (09). Die Gamosomen lassen sich natürlich gleichfalls auf Fäden zurückführen.

Die Autoren, welche an der Faltungstheorie festhalten, nämlich FARMER (05), MOTTIER (07), SCHAFFNER (06, 09), YAMANOUCHI (*Fucus* 09), wollen in den Prophasen nichts von paarigen Gebilden finden und gelangen zu der Ansicht, daß im Spirem die Chromosomen nacheinander, nicht nebeneinander liegen. Die Falten, die das Spirem gewöhnlich bildet, sollen je 2 Chromosomen gleich sein und durch Verschlingung der beiden Schenkel einer jeden Falte würden dann die mit ihren Enden vereinigten Chromosomen in eine Parallelstellung übergeführt werden. Die Nacheinander-Anordnung könnte aber bis zur Diakinese beibehalten werden und

dann zu kettenweise vereinigten Chromosomen führen, wie sie GATES (08) für *Oenothera* vorführt. Gegen diese Theorie läßt sich folgendes einwenden: 1. Die beiden für Schenkel einer Schlinge geltenden, umeinander gewundenen Fäden zeigen nach beiden Seiten zu freie Enden; 2. die Längsspalte, die sich in den Schlingen zeigt, wäre nach dieser Theorie unzweckmäßig; 3. den letztgenannten Autoren fehlen die Stadien, aus welchen sich eine Paarung ergibt. Die Angaben von GATES (08) sind nach GRÉGOIRE (1910) durch nachträgliches Verwachsen von Diakinese-Chromosomen zu erklären. Dergleichen Bilder konnte auch ich bei *Chelidonium*, *Delphinium* und *Bryonia* beobachten. So bleibt denn die Junktionstheorie.

Auch diese läßt mehrere wichtige Punkte unentschieden. Indem STRASBURGER und SCHULE (05—08) den im noch ruhenden Sporenmutterkern auftretenden Chromatinkörnern den Wert selbständiger kleiner Organe, Vererbungsträger oder Pangenosomen, beilegt und sie als dem Lininnetz frei anliegend betrachtet, negierten GRÉGOIRE und SCHULE (07), YAMANOUCHI (08), LAGERBERG (09) die Existenz solcher Körper. Nach ihnen wäre Chromatin nicht morphologisch differenziert und durchtränke mehr oder weniger intensiv das Liningerüst. So seien denn die Stellen, die sich als dunkle Körnchen kund geben, besonders stark mit Chromatin imprägniert. Ich möchte der GRÉGOIREschen Ansicht beitreten; dazu nötigen mich solche chromatinreichen Kerne, wie der in Fig. 9 abgebildete: hier laufen die Chromatinklumpen unmittelbar in die ebenso starkgefärbten Verbindungsfäden aus.

GRÉGOIRE (08), sowie YAMANOUCHI (1910) gehen noch einen Schritt weiter und zeigen, daß das Synapsisstadium für die Vererbung von keiner Bedeutung ist, da die parallel verlaufenden Chromatinfäden, trotz innigster Zusammenfügung, nicht verschmelzen, also keinen Austausch von Erbeinheiten gestatten, wie es STRASBURGER forderte. (05, Die stofflichen Grundlagen usw.) Gegen GRÉGOIRE spricht indessen eine der letzten Publikationen ROSENBERGs (1909). Außerdem behauptet GRÉGOIRE (07), daß die copulierenden Fäden des Sporenmutterkorns nicht mit ihren Enden verwachsen, um ein Spirem zu bilden, sondern bis zur Diakinese isoliert bleiben und durch gleichzeitige Verkürzung und Verdickung in die Chromosomenpaare übergehen. Die außerordentlich langen Schlingen, die man durch den ganzen Kernraum verfolgen kann, lassen sich aber mit dieser Ansicht schwerlich in Einklang bringen. Dagegen gibt es ein Objekt, das wirklich kein Spirem bildet, nämlich *Larix* (nach ALLEN). Ich konnte die An-

gaben ALLENs nur bestätigen. Es ließe sich seinen Bildern nur eine noch frühere Phase (August—September) hinzufügen, wo das Chromatin feiner verteilt auftritt als in seinen Fig. 1 u. 2 der Taf. XIV (1903).

Um mir ein eigenes Urteil über die Verteilung von Chromatin und Linin, sowie das Verhalten der Doppelfäden im Spiremstadium zu bilden, sammelte ich im vorigen Jahre in Teilung begriffene Sporen-(Pollen-)Mutterzellen und behandelte sie nach den Vorschriften der Mikrotommethodik. Jede Art wurde mit FLEMMINGs (stark und schwach), JUELs und KAISERs Flüssigkeit fixiert.

Untersucht wurden (gleichzeitig werden die reduzierten Chromosomenzahlen angegeben) folgende Arten:

	(2x : 2) Chrom.
Equisetum limosum L.	45—50
Polygonatum multiflorum All. .	12
Marantha[1]) sp.	16
Chelidonium majus L. } „ *laciniatum* } . .	8
Delphinium ajacis L.	12
Sambucus nigra L	18
Datura stramonium L. } „ *Tatula* } . . .	12
Bryonia alba L.	10
Helianthus annuus L.	16 (?)

Bei *Bryonia* ergaben Polansichten und Diakinese der Pollenmutterkerne 10 Chromosomen, statt der erwarteten 12, die TISCHLER bei einem sterilen Bastarde von *Bryonia dioica* und *alba* fand. Die Mutanten oder vielmehr Varietäten von *Datura* und *Chelidonium* zeigten eine volle Übereinstimmung mit den ursprünglichen Arten und kommen nicht in Betracht. Außer *Bryonia* (TISCHLER 06) sind die Prophasen der genannten Pflanzen nicht untersucht worden. Ich erwähne nur zwei vereinzelte Angaben für *Sambucus* (LAGERBERG 09) und für *Equisetum* (MARQUETTE 09), die aber dem Zwecke meiner Arbeit nicht entsprechen. OSTERHOUT berührt die Prophasen bei *Equisetum* (1897) nicht.

1) *Marantha* sammelte ich nicht selbst. Ich benutzte einige Präparate des Herrn Studenten FEDOROW, wofür ich ihm vielmals danke.

Wir beginnen also mit dem noch ruhenden Pollen-(Sporen-) Mutterkern. Dabei erweist sich, daß die einen Kerne ungefähr dem *Fritillaria*-Typus ROSENBERGs entsprechen (1904) und feiner oder gröber verteilte Chromatinkörner als Knotenpunkte eines Lininnetzes führen. So z. B. *Larix*, *Equisetum* (Fig. 1), *Polygonatum* (Fig. 7). Andere, lauter Dikotylen, führen Chromatin als prochromosomenähnliche Gebilde und zarte Lininfäden dazwischen, gehören also zum *Capsella*-Typus. Dabei sind diese Chromatinmassen entweder paarweise angeordnet oder machen den Eindruck, als wären sie aus zwei verschmolzenen Körnchen aufgebaut. Außerdem können noch einige vereinzelte Chromatinpünktchen in der Kernhöhle vorkommen. Jedenfalls ist eine absolute Übereinstimmung dieser Gebilde mit den Chromosomenpaaren kaum durchzuführen. Das zeigen Fig. 13 für *Datura*, Fig. 16 für *Helianthus*, Fig. 18 für *Delphinium*, Fig. 20 für *Bryonia* und noch besser *Chelidonium*, wo keine Doppelkörner zu finden sind, also eine Wiederholung von *Nuphar* (LUBIMENKO et MAIGE 07). Im Kern, der zur Teilung sich anschickt, werden die Prochromosomen bestimmter und nähern sich der Chromosomenzahl. Im ruhenden Kern von *Bryonia* bildet TISCHLER z. B. keine ausgesprochenen Prochromosomen ab. Ich verweise dagegen auf die Angaben KIRKWOODs für eine andere Cucurbitacee, *Micrampelis*, und meine Fig. 21 für *Bryonia*. Ebenso finde ich in den entsprechenden vegetativen Kernen weniger als 2 x Chromatinkörner. In einigen aus Haarzellen stammenden Kernen von *Bryonia* fand ich sogar 10 Chromatinkörner, also die reduzierte Zahl. Es ist wahrscheinlich, daß sich hier die Chromosomen nicht nur anziehen, wie TAHARA für vegetative Kerne von *Crepis japonica* angibt, sondern auch verschmelzen, wie STRASBURGER für *Mercurialis* zeigte. — Den dritten Typus (sagen wir *Allium*-Typus) eines ruhenden Pollenmutterkerns vertritt *Sambucus* (siehe Fig. 9). Hier gibt es eigentlich gar kein Linin, sondern nur Chromatinklumpen und Chromatinfäden dazwischen. Also ein Reichtum an Chromatin, der an *Allium*, *Nephrodium*, *Osmunda* usw. erinnert.

Während die *Fritillaria*-artigen Kerne ihre Netze in Fäden umbilden (*Leptonema*) z. B. *Equisetum* (Fig. 2), *Polygonatum* (Fig. 8), nehmen die Prochromosomen der *Capsella*-artigen sofort eine parallele Stellung ein, z. B. *Helianthus* (Fig. 16), *Bryonia* (Fig. 21) und spinnen sich dann zu Doppelfäden aus. *Sambucus* macht auch eine Leptonisation durch, deren Anfang in der Mitte des Kerns der Fig. 9 zu sehen ist. Der Leptonisation folgt das Zygonema-

stadium, d. h. parallele Anordnung der Fäden, die sofort zum Pachynema übergehen, mit anderen Worten sich vereinigen. Ich verweise auf *Equisetum* (Fig. 3), *Marantha* (Fig. 6), *Sambucus* (Fig. 10). Beim *Capsella*-Typus-Kern vereinigen sich gleichfalls die Prochromosomen tragenden Parallelfäden zum Pachynema oder dicken Spirem, z. B. bei *Helianthus* (Fig. 17), *Datura* (Fig. 15) und *Bryonia* (Fig. 24).

Fig. 22 gibt dieselbe Erscheinung bei *Bryonia* wieder, nur etwas verdunkelt durch die starke synaptische Zusammenziehung. Im zusammengeballtem Spirem von *Equisetum* (Fig. 4), *Datura* (Fig. 14), *Bryonia* (Fig. 23), sah ich gamosomenähnliche Körper. Doch entstehen ja solche nach GRÉGOIRE (07) durch „superdécoloration", wie er es nennt, sind also eine Art Kunstprodukt.

Das Pachynema oder dicke Spirem ist für *Equisetum* (Fig. 5), *Marantha* (Fig. 6), *Sambucus* (Fig. 11), *Helianthus* (Fig. 17), *Bryonia* (Fig. 25) angeführt. Das dicke Spirem ist deutlich einheitlich, besteht also nicht aus zwei verschlungenen Fäden und zeigt aufeinander abwechselnd folgende dunklere und hellere Abschnitte. Einzelne Pachynemabogen sind in ihrer Mitte aufgerissen (Fig. 25 unten). Das Pachynema wird danach der Länge nach gespalten, z. B. bei *Sambucus* (Fig. 12), *Bryonia* (Fig. 26), ebenso bei *Equisetum*; dabei findet eine Umlagerung von Chromatin statt. Durch Verkürzung der Längshälften würde sich dann das Strepsinema-Stadium ergeben (Fig. 27).

Zum Schluß möchte ich auf die große Ähnlichkeit der Reduktionsteilung bei *Sambucus* mit derjenigen von *Adoxa* hinweisen. Besonders sind die späteren Teilungsphasen oft den Bildern LAGERBERGs täuschend ähnlich. Die Teilungen von *Bryonia* kommen denen von *Micrampelis* (KIRKWOOD 07) sehr nahe. Sogar im Teilungsprozeß bei *Equisetum* (vgl. auch OSTERHOUT 1897) kann man gewisse Analogien mit demjenigen der Ophioglossales (CARDIFF 06, BURLINGAME 07) nachweisen.

Herrn Professor ARNOLDI, der mit großer Liebenswürdigkeit mir sein Laboratorium zur Ausführung dieser Arbeit zur Verfügung stellte, spreche ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aus.

Zusammenfassung:

1. Die einen der von mir untersuchten Pollenmutterkerne erweisen sich als mehr, die anderen als weniger chromatinreich.

Natürlich lassen sich Chromatin und Linin nur im zweiten Falle von Anfang an auseinanderhalten.

2. In allen oben erwähnten Fällen kam der Spiremfaden durch unzweideutige Verschmelzung von paarigen Fäden zustande.

Charkow, Botanisches Institut, den 15. Februar 1911.

Erklärung der Tafel IV.

Sämtliche Bilder mit Zeiß Apochr. obj. 1,5 mm und comp. oc. 12 (außer Fig. 26 — comp. oc 18) sind mittels eines ABBEschen Zeichenapparats gezeichnet.

Fig. 1. *Equisetum*, ruhender Kern einer Sporenmutterzelle.
Fig. 2. „ Leptonema.
Fig 3. „ Zygonema.
Fig. 4. „ synaptische Zusammenziehung.
Fig. 5. „ Pachynema.
Fig. 6. *Marantha*, Zygo- und Pachynema.
Fig. 7. *Polygonatum*, ruhender Kern.
Fig. 8. „ Leptonisation des Kerngerüsts.
Fig. 9. *Sambucus*, ruhender Kern.
Fig. 10. „ Zygo- und Pachynema.
Fig. 11. „ Pachynema.
Fig. 12. „ Längsspaltung des dicken Spirems.
Fig. 13. *Datura*, ruhender Kern mit Prochromosomen.
Fig. 14—15. *Datura*. Synapsis.
Fig 16. *Helianthus*, Kern mit Prochromosomen und Parallelfäden.
Fig. 17. „ Zygonema bis Pachynema.
Fig. 18. *Delphinium*, ruhender Kern.
Fig. 19. *Bryonia*, vegetativer Kern aus einer Haarzelle.
Fig. 20. „ ruhender Kern mit Prochromosomen.
Fig. 21. „ Doppelfäden.
Fig. 22. „ die Doppelfäden verschmelzen.
Fig. 23. „ Synapsis mit Zygosomen.
Fig. 24. „ Verschmelzung der Parallelfäden.
Fig. 25. „ Pachynema.
Fig. 26. „ Spaltung der Pachynemaschlingen.
Fig 27. „ Strepsinema.

Zitierte Literatur.

Die meisten hier erwähnten Arbeiten sind schon angegeben im bibliographischen Teile des Werks:

VICTOR GRÉGOIRE. Les cinèses de maturation dans les deux règnes. La cellule T. XXVI. 1910.

Ich füge nur hinzu:

Allen, C. E., The early stages of spindleformation in the pollenmother cells in *Larix*. Ann. of Bot. XVII, 1903.

Burlingame, L., The sporangium of the Ophioglossales. Bot. Gaz. XLIV, 1907.

Kirkwood, J., Some features of pollen formation in the Cucurbitaceae. Bull. of Torrey Bot. Club XXXIV, 1907.

Lawson, A., The phase of the nucleus known as synapsis. Transact. of R. S. of Edinburgh. XLVII, 1911.

Marquette, W. G., Manifestations of polarity in plant cells wich apparently are without centrosomes. Beih. z. Bot. Centr. XXI, 1907.

Osterhout, Über Entstehung der karyokinetischen Spindel bei *Equisetum*. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. B. XXX, 1897.

Strasburger, L., Das Schicksal meiner isolierten weiblichen *Mercurialis-annua*-Pflanzen. Zeitschr. f. wiss. Bot. I, 1909.

Tahara, M., Über die Zahl der Chromosomen von *Crepis japonica*. Bot. Magaz. Tokyo XXIV, 1910.

Tischler, G., Über die Entwicklung der Sexualorgane bei einem sterilen *Bryonia*-Bastard. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1906.

10. H. Nilsson-Ehle: Über Entstehung scharf abweichender Merkmale aus Kreuzung gleichartiger Formen beim Weizen.

(Eingegangen am 23. Februar 1911.)

In meiner Abhandlung „Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen“ [1]) habe ich verschiedene Fälle mitgeteilt, wo etwa dieselbe Außeneigenschaft durch verschiedene, selbständig mendelnde Einheiten oder Faktoren bewirkt werden kann. In bezug auf die Kornfarbe des Weizens wurde ein Fall konstatiert, wo eine rotkörnige Sorte bei Kreuzung mit einer weißkörnigen sich im Besitz von drei Farbenfaktoren erwies, welche jeder für sich, unabhängig von den übrigen, imstande waren, die typische rote Kornfarbe zu erzeugen. Die Kreuzung war demnach folgendermaßen zu bezeichnen:

rot weiß

$$R_1\ R_2\ R_3 \times r_1\ r_2\ r_3$$

1) Lunds Univ. Årsskrift 1909.

F_1 dieser Kreuzung ist rot, weil rot über weiß dominiert; in F_2 ergibt sich die Spaltung 63 rot : 1 weiß, weil von den 64 möglichen Gametenverbindungen nur eine ($r_1\ r_2\ r_3 \times r_1\ r_2\ r_3$) weiß ergeben kann. Das Verhalten der F_3, wo die Nachkommenschaften sämtlicher 78 separat ausgesäten F_2-Pflanzen untersucht wurden, zeigte mit ziemlicher Sicherheit, daß in F_2 die Spaltung 63 : 1 vorhanden war[1]).

Unter den möglichen Gametenverbindungen ist nun eine Reihe solcher vorhanden, wo zwei rote Gameten mit je einer roten Farbeneinheit sich miteinander vereinen, z. B. $R_1\ r_2\ r_3 \times r_1\ R_2\ r_3$, $R_1\ r_2\ r_3 \times r_1\ r_2\ R_3$, $r_1\ R_2\ r_3 \times r_1\ r_2\ R_3$ usw. Diese Gametenverbindungen geben in F_3 die Spaltung 15 rot : 1 weiß.

Es war demnach auch zu erwarten, daß Fälle gefunden werden würden, wo Kreuzung verschiedener konstant rotkörniger Weizensorten mit ganz gleichem Aussehen der Farbe in F_2 weißkörnige Individuen nebst rotkörnigen ergäbe, und zwar im Verhältnis 15 rot : 1 weiß. Einen solchen Fall habe ich später auch gefunden und mit Hinsicht auf das Verhalten der F_3 jetzt (1910) vollständig untersucht.

In der Tat sind solche Fälle schon länger bekannt, wo zwei rotkörnige Weizensorten bei Kreuzung weiße Individuen in geringer Zahl als Neuheit ergeben. Es wird nämlich schon vor einigen Jahren von v. TSCHERMAK kurz angegeben, daß bei Bastardierung verschiedener rotkörniger Weizenrassen einzelne weißkörnige Individuen als Novum erhalten wurden[2]).

Der hier zu besprechende Fall ist eine Kreuzung zwischen den beiden reinen Linien 0234 (Linie aus Squarehead, vom gewöhnlichen Squareheadtypus) und 0406, Svalöfs Boreweizen, im Jahre 1907 gemacht. Beide Linien sind rotkörnig, von der gewöhnlichen roten Farbe des Weizens, und nichts an ihrem Aussehen deutet darauf hin, daß die Farbe bei 0234 von einem anderen Faktor bewirkt wird als bei 0406.

Das muß aber unbedingt, nach dem Verhalten der Kreuzungsdescendenz, der Fall sein.

F_1 war rotkörnig; F_2 ergab dagegen 57 rotkörnige, 5 weißkörnige Individuen = 11,4 rot : 1 weiß. Sämtliche 62 F_2-Individuen wurden separat ausgesät und ihre Nachkommenschaft untersucht. Diese Prüfung in F_3 ergab folgendes Resultat:

1) Vgl. Kreuzungsuntersuchungen S. 67—71.

2) In FRUHWIRTH, Die Züchtung der landw. Kulturpflanzen, Bd. IV, 1907, S. 138.

F_2-Pflanze		Spaltung in F_3		F_2-Pflanze		Spaltung in F_3	
Nr.	Farbe	rot	weiß	Nr.	Farbe	rot	weiß
1	rot	72	5	30	rot	42	14
2	weiß	8	51	31	„	50	11
3	rot	29	1	32	„	31	0
4	„	23	7	33	„	19	5
5	„	21	1	34	„	67	0
6	„	16	9	35	„	21	10
7	„	19	8	36	„	23	0
8	„	31	0	37	weiß	1	72
9	„	46	0	38	rot	58	0
10	„	43	0	39	„	140	0
11	„	32	2	40	„	20	1
12	„	40	0	41	„	17	8
13	„	28	2	42	„	49	0
14	„	28	0	43	„	64	26
15	„	15	0	44	„	34	16
16	„	20	7	45	„	22	0
17	„	11	2	46	„	20	0
18	„	46	0	47	„	19	0
19	„	31	0	48	„	24	1
20	„	44	2	49	„	35	4
21	„	20	1	50	„	42	0
22	„	31	1	51	„	42	0
23	„	74	4	52	weiß	1	81
24	„	54	0	53	„	1	39
25	„	59	19	54	„	0	31
26	„	34	0	55	rot	55	0
27	„	59	0	56	„	20	0
28	„	62	0	57	„	15	5
29	„	49	3				

Die Erwartungen wurden somit erfüllt, indem ein Teil der F_3-Parzellen ganz deutlich die Spaltung 3 rot : 1 ergab, während die übrigen spaltenden Parzellen sich in ganz zu erwartender Weise auf beiden Seiten des Verhältnisses 15 : 1 gruppieren.

Zwar ist die Individuenzahl, wie gewöhnlich bei den F_3-Parzellen meiner Weizenkreuzungen, ziemlich klein und demnach große Abweichungen sowohl vom Verhältnisse 3 : 1 als vor allem vom Verhältnisse 15 : 1 zu erwarten. Bei den 14 Parzellen 4, 6, 7, 16, 17, 25, 30, 31, 33, 35, 41, 43, 44 und 57 dürfte die Spaltung 3 : 1 vorhanden sein. Die gesamte Individuenzahl dieser Par-

zellen ist 410 rot, 147 weiß = 2,8 rot : 1 weiß. Dagegen sind 13 Parzellen, 1, 3, 5, 11, 13, 20, 21, 22, 23, 29, 40, 48 und wohl auch 49, den im Verhältnisse 15 rot : 1 weiß spaltenden zuzurechnen. Die Individuenzahl dieser Parzellen beträgt 479 rot, 28 weiß = 17,1 rot : 1 weiß. Unter den 25 Parzellen mit nur roten Individuen sind möglicherweise auch einige mit geringerer Individuenzahl den im Verhältnisse 15 : 1 spaltenden Parzellen zuzurechnen.

Bemerkenswert bei dieser Kreuzung ist, daß die meisten Parzellen nach weißen Mutterpflanzen (2, 37, 52, 53, 54) rote Individuen nebst weißen ergeben. Freilich kommen beim Weizen wie beim Hafer Fälle vor, wo rezessivmerkmalige F_3-Parzellen, infolge Vizinismus bei den nebeneinander angebauten F_2-Pflanzen, vereinzelte dominantmerkmalige Individuen ergeben[1]), aber bei dieser Kreuzung sind solche Fälle besonders häufig. Es scheint deshalb, als ob der Vizinismus je nach den Umständen mehr oder weniger häufig sein könnte.

Die Nachkommenschaften der F_2-Pflanzen verhalten sich also in folgender Weise:

25 konstant rot (oder vielleicht zum Teil der folgenden Kategorie zugehörig),
13 spaltend im Verhältnis 15 rot : 1 weiß,
14 „ „ „ 3 „ : 1 „
5 konstant weiß (von den Vizinisten abgesehen).

Dies Verhalten der F_3 bestätigt die schon nach Untersuchung der F_2 entstandene Vermutung, daß bei den Sorten 0234 und 0406 je ein selbständiger Rot-Faktor (R_1 bzw. R_2) mit etwa derselben äußeren sichtbaren Wirkung vorhanden sei. Die Kreuzung ist demnach folgenderweise zu bezeichnen:

♀	♂
0406	0234
rot	**rot**
R_1	r_1
r_2	R_2

F_1: $R_1\ r_1\ r_2\ R_2$, rot.
Gameten: $R_1\ R_2$, $R_1\ r_2$, $r_1\ R_2$, $r_1\ r_2$.

Gametenverbindungen	F_2	F_3
♀		
$R_1\ R_2 \times R_1\ R_2$	rot	konstant rot
„ $\times R_1\ r_2$	„	„ „
„ $\times r_1\ R_2$	„	„ „
„ $\times r_1\ r_2$	„	Spaltung 15 rot : 1 weiß

1) Vgl. Kreuzungsuntersuchungen S. 58 und 24.

Gametenverbindungen ♀	♂	F_2	F_3
R_1 r_2	× R_1 R_2	rot	konstant rot
„	× R_1 r_2	„	„ „
„	× r_1 R_2	„	Spaltung 15 rot : 1 weiß
„	× r_1 r_2	„	„ 3 „ : 1 „
r_1 R_2	× R_1 R_2	„	konstant rot
„	× R_1 r_2	„	Spaltung 15 rot : 1 weiß
„	× r_1 R_2	„	konstant rot
„	× r_1 r_2	„	Spaltung 3 rot : 1 weiß
r_1 r_2	× R_1 R_2	„	„ 15 „ : 1 „
„	× R_1 r_2	„	„ 3 „ : 1 „
„	× r_1 R_2	„	„ 3 „ : 1 „
„	× r_1 r_2	weiß	konstant weiß

Zwischen den theoretisch erwarteten und den gefundenen Zahlen ergibt sich also folgende Übereinstimmung:

		Gefunden		Theoretisch erwartet
F_3-Parzellen	konstant rot	25	7,0	7
	spaltend 15 rot : 1 weiß	13	3,7	3
	„ 3 rot : 1 weiß	14	3,9	3
	konstant weiß	5	1,4	1

Es läßt sich also schließen, daß die zur Befruchtung gelangten Gameten der rotkörnigen Elternsorten 0406 und 0234 je eine verschiedene Einheit für die rote Farbe besessen haben, von denen jede mit ihrer Abwesenheit ein Merkmalspaar bildet. In dieser Weise ist das Entstehen weißkörniger Individuen aus Kreuzung konstant rotkörniger Formen erklärlich.

Ich habe schon früher[1]) mehrfache Beispiele davon angeführt, wie durch solche Vorgänge aus anscheinend einheitlichen Populationen scheinbare Mutationen sich ergeben können. Solche Fälle bilden eine Gruppe jener Erscheinungen, in welche sich der Kollektivbegriff Mutation allmählich aufgelöst hat.

1) Kreuzungsuntersuchungen S. 109.

II. Fr. Bubák: Eine neue Krankheit der Maulbeerbäume.

(II. Mitteilung.)

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 24. Februar 1911.)

Unter diesem Titel veröffentlichte ich in diesen Berichten (Jahrgang 1910, Bd. XXVIII, Heft 10, S. 533 ff.) eine ausführliche Beschreibung der genannten Krankheit und des Pilzes, welcher dieselbe verursacht.

Einige Tage nach Absendung der Handschrift erhielt ich von dem eigentlichen Entdecker des Pilzes in Bulgarien, Herrn Direktor PETER TANKOFF in Vraca, eine größere Anzahl von getöteten *Moras*-Ästen. Ich fand auf denselben folgende Pilze: *Diplodia Mori* West., *Camarosporium Mori* Sacc., *Fusarium Urticearum* (Corda), *Tubercularia nigricans* Tode, *Thyrococcum Sirakoffii* Bubák, *Dothidea Sambuci* var. *moricola* Sacc. und einen neuen Pilz, der in den Entwicklungskreis des *Thyrococcum* gehört.

Ich erbat mir die Äste wegen des *Thyrococcum*, um dasselbe in dem Exsiccatenwerke KABAT ET BUBAK, Fungi imperfecti exsiccati herauszugeben können.

Als ich also dieselben auf *Thyrococcum* untersuchte, zeigte es sich, daß der Pilz schon sehr veraltet und deshalb unbrauchbar ist, denn die Fruchtlager, welche im Mai reif waren, wurden während des ziemlich langen Zeitraumes (bis Mitte Dezember) im Freien mehr oder weniger zerstört.

Zugleich bemerkte ich aber auf diesen alten Fruchtlagern kleine, schwarze, matte Pünktchen, die ich auf den ersten Blick für Fruchtgehäuse eines parasitischen Pilzes hielt. Wie groß war aber meine Überraschung, als ich bei mikrokopischer Untersuchung feststellen konnte, daß sich diese Fruchtkörper aus demselben Mycel wie das *Thyrococcum* ausbilden.

Der interessante Pilz ist eine Sphaeropsidee mit einzelligen hyalinen Sporen. Seine Pykniden stehen in dichten Gruppen auf alten *Thyrococcum*-Lagern und machen — mit der Lupe beobachtet — den Eindruck einer winzigen *Botryosphaeria*. Sie sind von sehr verschiedener Form: kuglig, eiförmig, ellipsoidisch, länglich oder oft auch unregelmäßig, manchmal durch gegenseitigen Druck an den Seiten abgeplattet.

Ihre Konsistenz ist weich, fast wachsartig; außen sind sie pechschwarz, matt, 80—200 μ breit, 100—230 μ hoch.

Diese Pykniden entstehen, wie man auf mikroskopischen Schnitten leicht nachweisen kann, aus den olivenbraunen Hyphen des *Thyrococcum* an der Oberfläche seiner Stromata und zwar auf folgende Weise.

Nachdem die Sporen des *Thyrococcum* größtenteils abgefallen sind und seine Stromata mehr oder weniger verwitterten, wachsen die olivenbraunen Hyphen an verschiedenen Stellen weiter, bilden hie und da ein lockeres Geflecht, in welchem gewöhnlich auch kleinere oder größere Gruppen der *Thyrococcum*-Sporen eingeschlossen werden. Auf dem Geflechte entstehen dann aus den Hyphen die Pykniden. (Siehe die Textabb. Fig. 1.)

Sie sind ebenfalls stromaartig, also kompakt und ganz vom pseudoparenchymatischem Gewebe gebildet. Die äußeren Pyknidenschichten sind schwarzbraun, das angrenzende innere Gewebe wird allmählich heller, und das Innerste ist dann vollkommen hyalin. Diese hyalinen Schichten werden vom Zentrum ausgehend allmählich bis auf das hellbraune Gewebe resorbiert und dann bilden sich erst die Sporenträger.

Oft entstehen in den stromaartigen Pykniden hier und da 2 Kammern, welche durch eine dünne, vertikale Wand getrennt sind. Sie geht von den Pyknidenwänden aus und muß als Rest des Stromas aufgefaßt werden. Sie ist also oben und unten auf derselben Weise wie die Pyknidenwand gebildet und gefärbt, in der Mitte aber hyalin.

Die Pykniden sind an der Oberfläche rauh und tragen an ihrer Basis oft ziemlich lange Hyphen, die sich aus dem Geflechte, wenn man die Fruchtgehäuse isoliert oder schneidet, zugleich ausreißen. Die Pykniden sind am Scheitel schwach papillenartig vorgezogen und daselbst mit kleiner Öffnung versehen. Die Sporenträger (siehe die Textabb., Fig. 2) entstehen, wie schon oben gesagt wurde, aus den gelblich gefärbten Schichten und sind zylindrisch, gewöhnlich leicht gekrümmt, anfangs einfach oder gezähnt, später mit kurzen Seitenästen, bis 50 μ lang, 2—2.5 μ dick, einzellig, hyalin, mit zahlreichen Öltröpfchen. Ihr Hauptstamm wie auch die Ästchen sind nach dem Scheitel schwach verjüngt.

Die Sporen entwickeln sich an den Enden der Sporenträger und ihrer Äste und füllen die noch geschlossenen Pykniden ganz aus. Sie sind bakterienförmig oder kurz ellipsoidisch, 3—4 μ lang, 1,5—2 μ dick, hyalin, mit je einem Öltröpfchen beiderseits oder nur einerseits. (Siehe die Textabb., Fig. 3.)

Aus dieser Beschreibung des Pilzes geht klar hervor, daß derselbe in die Gattung *Dothiorella* eingereiht werden sollte. Von diesem Genus weicht er aber durch die weichen Pykniden und verästelten Sporenträger weit ab, so daß ich ihn für den Vertreter einer neuen Gattung ansehe. Ich nenne sie ***Dothiorellina***, die Art dann ***D. Tankoffii*** Bubák und füge hier ihre Diagnose bei:

Dothiorellina Tankoffii Bubák n. g., n. sp.

1. Schnitt durch ein Stroma von *Thyrostroma Kosaroffii* (Briosi) Bubák, auf welchem sich die Pykniden des neuen Pilzes entwickelt haben; 2. Stück der Perithecienwand mit Sporenträgern; 3. Sporen (Vergr. REICHERT, Tubus 145; Fig. 1, Ok I, Obj. 5; Fig. 2, 3; Ok. IV, Obj. 8a).

Dothiorellina Bubák nov. genus.

Pyknidia superficialia, dense aggregata, subiculo e hyphis laxe contexto insidentia, globulosa usque ellipsoidea, fere ceracea; basidia cylindracea, leniter flexuosa, dentata vel breve ramosa; sporae bacillares vel ellipsoideae, continuae, hyalinae.

D. Tankoffii Bubák n. sp.:

Pyknidiis globosis, ovoideis vel ellipsoideis, saepe inaequalibus, atris, opacis, dense aggregatis, botryosphaerioideis, 80—200 μ latis, 100—230 μ altis, contextu pseudoparenchymatico, extus atrobrunneo, intus luteolo et hyalino, apice papilla minuta instructis; basidiis cylindraceis, leniter flexuosis, usque 50 μ longis, 2—2,5 μ latis, initio simplicibus, dein dentatis vel breviter ramulosis, continuis, hyalinis, guttulatis, apice ramulisque attenuatis; sporis bacteriformibus vel breviter ellipsoideis, 3—4 μ longis, 1,5—2 μ latis, continuis, hyalinis, 1—2 guttulatis.

In stromatibus vetustis *Thyrostromae Kosaroffii* (Briosi) Bubák ex eodem mycelio ad Vraca, in Bulgaria sept. in ramis *Mori albae* (legit P. TANKOFF, m. Decembri 1910!)

Ich benenne den Pilz nach dem Herrn Direktor PETER TANKOFF, welchem das Verdienst gebührt, beide interessanten Pilze entdeckt zu haben. Unter den Pilzen, welche von *Morus* als Sphaeropsideen beschrieben sind, fand ich nur eine Spezies, die ein wenig an *Dothiorellina Tankoffii* erinnert. Es ist *Dendrophoma teres* Berlese. Das Original, welches sich nach gefälliger Mitteilung von Prof. SACCARDO in Mailand befindet, konnte ich nicht zur Untersuchung bekommen. Mein Brief an Prof. BRIZI daselbst blieb bisher unbeantwortet. Durch die Gefälligkeit des Herrn Kollegen Dr. P. LINDAU bekam ich aber eine Kopie von BERLESEs Abbildung aus seinen „Fungi moricoli“, (Tab. XLIX, Fig. 1—6. [Fasc. VI n. 16]).

Nach dieser Abbildung und nach der Beschreibung ist *Dendrophoma teres* ein selbstständiger Pilz mit zerstreuten kugligkonischen Pykniden. Von der Beschaffenheit derselben wird nichts gesagt. Die Sporen sollen eiförmig (3×1,5 μ) sein, ohne Öltropfen. Auch die Sporenträger werden verhältnismäßig dicker gezeichnet. Ich halte aber beide Pilze nicht für identisch, denn falls BERLESEs Beobachtungen, Beschreibung und Abbildung richtig sind, dann sind beide Pilze auch in biologischer und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht total verschieden.

Nachdem meine I. Mitteilung l. c. schon erschienen war, erhielt ich vom Prof. BRIOSI in Pavia seine Abhandlung[1]) „Note micologiche et fitopatologiche“, worin er denselben Pilz, welchen er ebenfalls wie ich von Dr. KOSAROFF bekam und den ich schon

1) Atti del R. Istituto botanico dell' R. Universita di Pavia, Serie II, Vol. XII, pg. 333 ff. (Juni 1910).

im Jahre 1909[1]) als *Steganosporium Sirakoffii* aufgestellt habe, als *Steg. Kosaroffii* beschreibt. Da er die Diagnose früher als ich publizierte, so hat sein Name die Priorität. Ich muß hier aber doch einwenden, daß er wenigstens den publizierten Namen aufnehmen sollte, denn daß mein und sein Pilz, aus einer und derselben Hand kommend, identisch sein müssen, mußte wohl auch ihm klar sein.

Ich habe den bulgarischen Pilz in die Gattung *Thyrococcum* deswegen eingereiht, weil VON HÖHNEL (siehe das Zitat in der I. Mitteilung) das *Steganosporium compactum* Sacc., welches ganz analogen Bau mit ihm hat, in diese Gattung als *Thyrococcum compactum* (Sacc.) Höhnel verlegte.

Nun teilen mir SACCARDO und VON HÖHNEL mit, daß nach den Untersuchungen des SACCARDOschen Originales von *Thyrococcum punctiforme* seitens VON HÖHNEL, dieser Pilz ein *Camarosporium* mit weicher Pyknide ist. Demnach mußte VON HÖHNEL für *Thyrococcum compactum* eine neue Gattung aufstellen, welche er *Thyrostroma* Höhnel 1911 nennt. Es müssen also auch alle anderen Arten, die ich in die Gattung *Thyrococcum* eingereiht habe, in diese neue HÖHNELsche Gattung verlegt werden. Es sind dies, wie aus meiner ersten Mitteilung ersichtlich ist: *Thyrostroma Mori* (Nomura) Bubák und *Thyrostroma Kosaroffii* (Briosi) Bubák. Es ist mir noch eine Art bekannt, die in kurzer Zeit von VLEUGEL als *Thyrostroma Vleugelianum* Bubák publiziert wird.

1) Bubak, Fr.: Bericht über die Tätigkeit der Station für Pflanzenkrankheiten in Tábor im Jahre 1908. Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1909, S. 454 (Wien 1909).

Sitzung vom 31. März 1911.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem Ableben unserer ordentlichen Mitglieder, der Herren

Prof. Dr. **Bengt Jönsson**

in Lund (verstarb am 8. März 1911),

Prof. Dr. **M. Gürke**,

Kustos am Bot. Museum in Dahlem-Steglitz (verstarb am 16. März 1911)

und Prof. Dr. **E. Zacharias**,

Direktor des Bot. Gartens in Hamburg (verstarb am 23. März 1911).

Die Anwesenden ehrten das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Hagem, Oscar, cand. real., Stipendiat der Botanik, Botan. Institut des Museums in **Bergen**, Norwegen (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Langer, Professor in **Posen W 3**, Siemensstraße (durch O. LESCHNITZER und W. WÄCHTER).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster in **Eberswalde**,

Graf v. Schwerin, Fritz, in **Wendisch-Wilmersdorf**.

Herr P. LINDNER legte einige Gipsabdrücke von auf Würzegelatine gewachsenen Riesenkolonien von Hefen und Pilzen vor. Zum erstenmal waren Versuche, die vergängliche Form dieser Art von Kulturen durch Gipsabdrücke zu fixieren, vor fast 15 Jahren durch einen früheren Schüler des Vortragenden, Herrn GLAUBITZ aus Danzig.

gemacht worden: die Technik ist damals aber nicht weiter ausgebaut worden. Sie wird jetzt aber eine Bedeutung erlangen für Museen und Ausstellungen. In Betracht kommen natürlich nur solche Kolonien, welche keine Lufthyphen erzeugen. Bei manchen Kulturen gelingt es auch, die eigenartig warzige Wurzelseite freizulegen und in Gips zu kopieren. Von besonderer Zartheit der Oberflächenstruktur erwies sich eine Kultur von *Oidium lactis*. Wegen der Leichtigkeit, mit der sich solche Abgüsse machen lassen, wird man diese Technik auch im naturwissenschaftlichen Unterricht an höheren Schulen anwenden können.

Herr Professor ORESTE MATTIROLO in Turin sandte der Gesellschaft folgende Mitteilung, die auf Beschluß des Vorstandes den Mitgliedern zur Kenntnis gegeben wird:

Wissenschaftliches Institut „A. MOSSO" auf dem Monte Rosa.

Am 15. Juli erfolgt die Eröffnung des wissenschaftlichen Institutes „ANGELO MOSSO" auf dem Monte Rosa (Col d'Olen 3000 m, und Capanna Regina Margherita, 4560 m).

Wer auf einen Arbeitsplatz reflektiert, wende sich gefälligst vor dem 1. Juli an Herrn Dr. A. AGGAZZOTTI, Direktor des Institutes (Corso Raffaello, 30, Turin, Italien), mit der Angabe der Untersuchungen, die er auf dem Monte Rosa auszuführen wünscht, sowie der Zeit, die er im Institute zu verbringen gedenkt. Jede Bewerbung um einen Arbeitsplatz muß von der Genehmigung der Regierung oder des Institutes, die über die Plätze verfügen, begleitet sein.

Die vorhandenen Arbeitsplätze sind 19; und zwar stehen davon 5 Italien, 3 Belgien (Université libre de Bruxelles), je 2 Deutschland (Reichsamt des Innern), England (Royal Society), Frankreich (Min. de l'Instr. Pub.), Österreich (Unterrichtsministerium) und Schweiz (Eidgen. Regierung), je 1 Amerika (Akad. d. Wissenschaft, Washington) und Holland (Unterrichtsministerium) zur Verfügung.

Das wissenschaftliche Institut auf dem Monte Rosa besteht aus der physiologischen, zoologischen, botanischen, bakteriologischen und physikalischen Abteilung.

Zu weiteren Aufschlüssen ist der Direktor des Institutes jederzeit gern bereit.

Mitteilungen.

12. Olga Reinisch: Eine neue Phaeocapsacee.

(Aus dem botanischen Institute der Prager deutschen Universität.)

(Mit Tafel V.)

(Eingegangen am 1. März 1911.)

Im Herbste des Jahres 1910 ging in einem Seewasserbassin des pflanzenphysiologischen Institutes eine Chrysomonade in größeren Mengen auf, die sich schließlich derart vermehrte, daß das Seewasser im Behälter von braunen Wölkchen erfüllt war. Diese Wolken zeigten eine sehr große Lichtempfindlichkeit und ein großes Wandervermögen. Privatdozent Dr. PASCHER, der vom Assistenten des pflanzenphysiologischen Institutes, Dr. ENDLER, darauf aufmerksam gemacht wurde, übergab mir diese Chrysomonade im weitesten Sinne zur näheren Untersuchung, im Laufe welcher sie sich als neu erwies und sich außerdem einzelne Resultate ergaben, die der Veröffentlichung wert erscheinen.

Das Bassin war mit Triestiner Meerwasser erfüllt; in ihm waren hauptsächlich Ulvaceen.

Die Monade, welche 12—15 μ in der Länge, 5—6 μ in der Breite maß, zeigte keinerlei amöboide Bewegung und war auch nicht im geringsten metabolisch. Im allgemeinen walzlich ellipsoidisch, seitlich leicht gebogen, war sie gegen das Basalende gewöhnlich rascher verschmälert und mehr minder abgestumpft (Fig. 1—7). Das ebenfalls stumpfliche Vorderende zeigte immer eine schräge seitliche Abflachung (das obere Ende war leicht vorgezogen), die je nach der Lage der Schwärmer verschieden tief ausgerandet erschien (Fig. 1, 2, 3). Eine Haut war für gewöhnlich nicht zu bemerken, nur bei Behandlung mit Chlor-Zink-Jod zeigte sich eine ganz feine rotbraun gefärbte Membran, die sich bei Behandlung mit Osmiumsäure und Alkohol in einzelnen Fällen deutlich blasig vom Protoplasten abhob (Fig. 8). Eine Granulierung des Plasma, wie sie häufig bei andern Chrysomonaden zu sehen ist, war nicht vorhanden.

Die typisch diatominbraunen Chromatophoren waren seitlich gelagert. In jungen Stadien in der Einzahl vorhanden, kam es bei älteren zu einer Spaltung, so daß normalerweise bei wohlaus-

gebildeten Schwärmern zwei wandständige schwach muldenförmige Chromatophoren vorhanden waren, die die beiden Seiten förmlich der ganzen Länge nach auskleideten. Die Ränder der Chromatophoren zeigten unregelmäßige Lappung, tiefe Einschnitte, die oft dazu führten, daß die einzelnen Chromatophoren in mehrere Stücke zerteilt wurden (Fig. 1, 3, 4, 5, 7). Sehr häufig war dies der Fall in dem einen mehr vorgezogenen Teile des Vorderendes (Fig. 1). Während die normale Farbe der Chromatophoren eine typisch diatominbraune war, nahm in einzelnen Kulturgefäßen die Färbung der Chromatophoren einen deutlich wein- bis lachsroten Ton an, der besonders an größeren Ansammlungen zu sehen war. In einzelnen Fällen war dies so deutlich, daß die Chromatophoren sogar unter dem Mikroskope ausgesprochen lachsrot waren, ohne daß die Schwärmer dabei in ihrer Morphologie abwichen oder sonst Degenerationserscheinungen zeigten. Beim Absterben ging der braune Farbenton der Chromatophoren in ein helles Grün über.

Kontraktile Vakuolen waren nur sehr schwer zu beobachten; besonders hinderlich für die Beobachtung war die kräftige Ausbildung der Chromatophoren, die die in Frage kommenden Partien des Protoplasten meist überdeckten. Mit Sicherheit ließ sich nur eine kontraktile Vakuole im oberen mehr ausgezogenen Teile des Vorderendes konstatieren.

Ziemlich zentral, nur hier und da zur Seite gerückt, fand sich jenes ziemlich stark lichtbrechende und scharf abgegrenzte Gebilde, das von einzelnen Autoren als Kern, von anderen als Pyrenoid angesprochen wird. Dieses Gebilde, das nie mit dem Chromatophor in Verbindung stand, war eingeschlossen von zwei halbkugelförmigen Schalen, die äquatorial aneinanderschlossen. Beim Absterben wichen die Schalen voneinander (Fig. 21, 22, 16, 3, 12), insbesonders, wenn bei Osmiumsäurezusatz eine Quellung des Inhaltskörpers eintrat. In solchen toten Stadien waren die beiden Schalenhälften deutlich voneinander abgerückt.

Die Schalen ergaben aber bei unserer Chrysomonade keine Stärkereaktion, bei Jodzusatz färbten sie sich leicht gelblich, bei Chlor-Zink-Jod gaben sie einen rotbraunen Farbenton mit einem Stich ins Violette. Es dürfte sich nicht um Stärke handeln.

Am Basalende fand sich immer ein kleines hell lichtbrechendes Kügelchen, welches gewiß keine Vakuole war, da sich dieses Gebilde hier und da deutlich in kleine Granula auflöste. Die Reaktion mit Chlor-Zink-Jod sowie mit Jod ergab eine gelbrote Färbung.

Die Assimilate waren, besonders wenn man die Monade in günstigem Lichte hielt, in großen Mengen vorhanden und bildeten

ziemlich große, gegen 2—4 μ messende stumpfkantige Plättchen, die deutlich gegen das Zentrum der Zelle verdickt waren. Oft waren sie einzeln vorhanden, bildeten aber unter anderen Umständen einen ziemlich dichten Belag der Chromatophoren. Stärke war es nicht; Blaufärbung ließ sich nicht erzielen, doch ergab Jod und Chlor-Zink-Jod einen rotbraunen Farbenton, der nur ganz leicht einen Stich ins Violette aufwies.

Die Lokomotion erfolgte durch zwei Geißeln, die anscheinend in der Ausrandung des vorderen Endes inserierten. Die Geißeln waren ungleich; die längere ungefähr $^3/_4$ so lang als der Protoplast, die kürzere $^1/_4$—$^1/_5$ kürzer als die längere. Doch war diese Längendifferenz nicht konstant, in einzelnen Fällen waren sie fast gleich. Eine Verdünnung gegen das freie Ende der Geißel war nicht zu bemerken.

Die Geißeln inserierten aber nur scheinbar in der vorderen Ausrandung. Bei genauer Beobachtung ließ sich bemerken, daß die vordere Ausrandung eigentlich nur die Profilansicht einer Furche ist, die schief zur Längsachse am Protoplasten verlief und ungefähr einem halben Schraubengange entsprach (Fig. 3, 6).

Bei hoher Einstellung zeigte sich die Furche nur als ein glänzend unbestimmt lokalisierter Strich in der Höhe des Zellkerns. Bei oberflächlicher Einstellung erwies sie sich als deutlich bemerkbare Linie, die unter dem Zellkerne einsetzte und schief zur Längsachse einen sehr gestreckten halben Schraubengang an der Oberfläche des Schwärmers beschrieb (Fig. 2, 6, 7). Bei der Furchenbildung ist die eine Hälfte des Protoplasten, die das mehr vorgezogene Ende besitzt, mehr beteiligt und es ist im optischen Schnitt deutlich zu erkennen, wie dieser Teil des Vorderendes über den andern kleineren übergreift. Die Furche ist deutlich zu sehen, wenn sich der Schwärmer mit dem apikalen Ende zu verfestigen beginnt. Stellt man nun auf das Basalende ein und geht man mit der Einstellung immer tiefer, so läßt sich leicht die Furche in den aufeinanderfolgenden optischen Querschnitten erkennen (Fig. 18—20). Zu oberst als feines Strichelchen, gegen das Apikalende zu sukzessiv als deutlich feine Kerben, die ihre Lage, entsprechend der Einstellung, verändern. Besonders gut ist diese Furche zu sehen, wenn der Schwärmer sich in halbschiefer Lage festsetzt, wobei dann das Halbprofil der Furche deutlich hervortritt (Fig. 17). Von einer schlundartigen Vertiefung ist am Vorderende nichts zu bemerken, es ist nur diese Furche vorhanden, die sich auf der einen Seite, bis unter den Kern, auf der andern nur wenig weit fortsetzt. Die Furche ist meistens zu

beiden Seiten von kleinen, anscheinend festen, stark lichtbrechenden Körperchen ausgekleidet, die reihig angeordnet sind (Fig. 7). Oft sind dieselben sehr zahlreich vorhanden, oft fehlen sie ganz. Es macht ganz den Eindruck, als ob diese Körperchen im Periplasten der Furche eingelagert wären. Bei halbtiefer Einstellung bemerkt man zwei solche Körnchenreihen, die einen auf der Ober-, die andern auf der Unterseite des Schwärmers, die sich (nur scheinbar) recht schief schneiden.

In dieser Furche inserieren nun die Geißeln. Es ließ sich nicht feststellen, in welcher Höhe dies der Fall war. Im obern Teile der Furche laufen so viele Konturen durcheinander (Chromatophoren, Assimilate, die beiden Ränder der Furche und die Geißeln), daß eine Entscheidung sehr schwer fällt. Jedenfalls gehen die Geißeln nicht sehr tief in die Furche herab.

Die Bewegung ist eine ungemein lebhafte und mit rascher Rotation verbunden.

Es fiel nun auf, daß sich bei diesem beweglichen Stadium auch nie die Andeutung einer Teilung fand. Bei der Durchmusterung des Bodenschlammes dieses Bassins nach etwaigen Dauerstadien fielen zunächst kleine braune Flöckchen von $^1/_{10}$ bis 1 mm Durchmesser auf, die ungemein häufig waren und aus zahlreichen kleinen kugeligen braunen Cysten bestanden. Diese letzteren waren zu zwei bis vier in dicke Häute eingehüllt und bildeten erst wieder diese größeren Flöckchen. Diese Flöckchen waren oft schön flächenförmig, oft aber auch nach allen drei Dimensionen gebaut.

Der Zusammenhang dieser Stadien mit den Schwärmern wurde durch genaue Beobachtung sichergestellt. Wenn die Monade eine Zeit lang geschwärmt hat, dann setzt sie sich mit dem apikalen Ende fest und pendelt nun lange Zeit herum. Unter dem Deckglase wird dieser Prozeß durch den mit der Zeit eintretenden Sauerstoffmangel und die unvermeidliche Kohlensäureabsorption beschleunigt. Die Geißeln spielen dabei lässig im Wasser und zeigen mannigfaltige Schlängelbewegungen. Ob sie schließlich abgestoßen oder eingezogen werden, blieb unklar; das letztere scheint das wahrscheinlichere zu sein.

Schon in der Zeit, in der der Schwärmer noch eine längliche Form hat, bildet sich eine derbe Membran aus, die periphär eine feine körnige Skulptur zeigt (Fig. 24—27). Diese Hülle wird immer stärker, der Schwärmer zieht sich mehr zusammen, wird mehr minder ellipsoidisch oder kugelig. Schließlich liegt er als kugelige

Cyste umgeben mit einer ziemlich derben peripher granulierten Membran da. Die Chromatophoren haben sich entsprechend der Volumsverminderung stärker gekrümmt und mannigfach übereinander gelagert. Das kleine Körperchen am Basalende ist gewöhnlich verdeckt oder in kleine Körnchen aufgelöst. Die festen Assimilate sind dabei meist im Schwinden begriffen. In diesem Zustand beginnt die Teilung, oft noch bevor die Cyste sich völlig abgekugelt hat. Die Teilung ist typische Längsteilung, die sich auch bei den kugeligen Stadien noch nach der Orientierung der Chromatophoren erkennen läßt. Jedes Teilungsprodukt umgibt sich mit einer neuen Hülle; die beiden Tochterzellen teilen sich wieder und so entstehen schließlich vierzellige gloeocystisartige Verbände (Fig. 28, 29, 30, 31), die von den sukzessiv gebildeten Hüllen umgeben sind. Die Hüllen sind aber im optischen Schnitte gewöhnlich nicht deutlich übereinander geschichtet, meist verschwimmen die einzelnen Konturen. Jede dieser Viererzellen verhält sich nun genau so, wie die erste Cyste, und so setzt sich das ganze Flöckchen aus zahlreichen solchen Zweier- und Viererstadien zusammen. Zwischen diesen sieht man auch häufig Dreierstadien (Fig. 28, 32), die dadurch entstehen, daß sich einzelne Tochterzellen nicht gleichzeitig teilen. Durch Druck lassen sich diese Flöckchen leicht in ihre zwei-, drei- oder vierzelligen Komponenten zerlegen, deren jeder seine eigene Hülle besitzt (Fig. 36, 37). Die ältesten Hüllen sind meist nur andeutungsweise erhalten. Durch die Volumszunahme im Innern werden sie recht gedehnt und gequetscht, zerreißen oft und verschwinden. Die Substanz der Hülle besteht anscheinend aus Zellulose, gibt mit Chlor-Zink-Jod Blau-Färbung; durch Schwefelsäure wird sie gelöst.

Beim Ausschwärmen weichen die Cysten auseinander. Da sie an den zusammenstoßenden Flächen und Kanten weniger verdickt, oft sogar dünnwandig sind und nur an den gegen außen hin freiliegenden Stellen stark verdickte Membranen haben, so verquellen diese Stellen recht rasch und lösen sich. Der Schwärmer tritt hierdurch aus und läßt die leeren Membranfetzen zurück (Fig. 33—35).

Von einer geschlechtlichen Fortpflanzung war auch nicht eine Andeutung vorhanden.

Diese Dauerstadien treten nun so häufig auf, daß diese Stadien die normale Lebensform der Monade zu sein scheinen, wenn auch der bewegliche Zustand nicht bedeutend zurücktritt und ebenfalls recht kräftig entwickelt ist. Es scheint dieses Cystenstadium um

so mehr normale Lebensform zu sein, als die Teilung ganz darauf beschränkt ist. Der beste Platz dieser Monade scheint unter den Phaeocopsaceen[1]), jenen Chrysomonaden, bei denen ebenfalls das unbewegliche Stadium (Palmella oder Gloeocystis) überwiegt, zu sein, zu denen Formen wie *Phaeocystis* Lagerh., *Naegeliella* Correns, *Gloeothamnion* Cienkowki und unter anderen auch *Phaeococcus* Borzì[2]) gehört.

Mit dem von BORZI untersuchten *Phaeococcus* stimmt nun unsere Form so sehr überein, daß ich sie in diese Gattung stelle und als *Phaeococcus marinus* bezeichne. Die Schwärmer des von BORZI untersuchten *Phaeococcus Clementi* haben fast dieselbe Morphologie: Dieselben beiden seitlichen Chromatophoren, dieselben beiden ein wenig ungleichen Geißeln, die ebenfalls in der vorderen, seitlich-schrägen Ausrandung inserieren (— in basso un po lateralmente, notarsi una lieve dipressione al cui fondo s' inseriscono i due ciglie . . . disiguali). Wahrscheinlich war auch bei den Schwärmern des *Phaeococcus Clementi* die Furche vorhanden; dafür spricht die vordere Ausrandung, die ja nur das Profil dieser Furche darstellt. Allem Anscheine aber war sie ungemein zart, sonst wäre sie einem so vorzüglichen Beobachter wie BORZI gewiß nicht entgangen. Die Schwärmer von *Phaeococcus Clementi* besaßen jedoch einen deutlichen Augenfleck, der unserer Form bestimmt fehlte. Beiden gemeinsam ist jedoch die auffallende Lichtempfindlichkeit der Schwärmer, die auch BORZI erwähnt. Große Übereinstimmung zeigen auch die Cystenstadien von *Phaeococcus Clementi*. Es sind ebenfalls Gallertlager, die aus selbständigen 2—4zelligen Komponenten bestanden. Die Hüllen des *Phaeococcus Clementi* scheinen aber mehr gallertartig gewesen zu sein, was wohl mit den verschiedenen Standorten zusammenhängen mag, ist ja doch *Phaeococcus Clementi* Borzì eine terrestrische, *Phaeococcus marinus* eine Wasserform.

Demnach hätten wir derzeit zwei Arten von *Phaeococcus*: *Phaeococcus Clementi* Borzi terrestrisch, Hülle mehr gelatinös, Schwärmer mit Augenfleck.

Phaeococcus marinus marin, Hülle mehr hautartig, Schwärmer ohne Augenfleck.

Prag, Ende Januar 1911.

1) DE TONI: Sylloge Algarum Tom. III, Fucoideae p. 591.

2) BORZI: Intorno alle sviluppo sessuale di alcune feoficee inferiori. Atti del Congresso botanicco intern. di Genova 1892, p. 463, Taf. XVIII.

Erklärung der Tafel V.

Phaeococcus marinus.

1 Schwärmer halb von der Ventralseite gesehen.
2, 3, 6. Schwärmer mit deutlicher Furche.
4, 5, 14. Schwärmer.
7. Schwärmer halb von der Bauchseite, mit der körnig ausgekleideten Furche
8 Schwärmer nach Behandlung mit Osmiumsäure, Abheben des Periplasten, Schalen des pyrenoidartigen Körpers.
9, 10, 11, 13, 15, 16. Schwärmer nach Behandlung mit Chlorzinkjod.
12 Schwärmer nach Behandlung mit Alkohol.
17. Schwärmer halb schief gesehen mit dem Halbprofil der Furche.
18, 19, 20. Optischer Querschnitt in verschiedener Höhe, Furche deutlich bemerkbar.
21, 22, 23. Assimilatschalen.
24, 25, 26, 27. Kugelige Cysten.
28, 29, 32. Dreizellige und vierzellige Cystenstadien.
30, 31. Zweiteilung der Cysten.
33, 34, 35. Leere Cystenhäute, nach dem Ausschwärmen des Inhalts.
36, 37. Vielzellige Cystenstadien, bei 36 durch Druck in die zwei-, drei- und vierzelligen Komponenten aufgelöst.

Vergrößerung.

Figur 1, 3, 16, 17, 23 — 1500mal.
Die andern Figuren 1000mal (mit Ausnahme 21 und 22 = 2mal 1500).

13. A. Tschirch: Die Feigenbäume Italiens (Ficus Carica (L.), Ficus Carica α Caprificus und Ficus Carica β domestica und ihre Beziehungen zueinander.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 3. März 1911.)

Solange sich Menschen mit Naturwissenschaft beschäftigen, ist das „Feigenproblem" studiert worden, aber gelöst ist es bis heute noch nicht ganz. Was bis jetzt festgestellt wurde, habe ich in meinem „Handbuch der Pharmakognosie" zusammengefaßt und dort bereits angedeutet, wo die weitere Forschung einzusetzen hat.

Es mußte durch einwandfreie Versuche festgestellt werden, ob bei *Ficus Carica* Parthenogenesis, die bei einigen anderen *Ficus*-Arten beobachtet ist, vorkommt. Es mußte untersucht werden, ob wirklich — entgegen der Anschauung der Feigenzüchter — die Caprification, wie SOLMS-LAUBACH meint, nur „eine in längst vergangenen Zeiten notwendig gewesene, jetzt kaum mehr nütz-

liche, durch die lebendige Überlieferung von Generation zu Generation bis zum heutigen Tage in gleicher Form konservierte gärtnerische Operation" ist. Es mußte ferner festgestellt werden, ob der *Caprificus* und der sog. „wilde" Feigenbaum identisch sind oder nicht, und eventuell welche Beziehungen zwischen beiden bestehen, und endlich mußte einwandfrei ermittelt werden, was für eine Feige bei der Aussaat reifer Samen der Kulturfeige entsteht.

Diese Fragen lassen sich nicht diesseits der Alpen lösen. Sie müssen in einem Feigenlande in ständigem Verkehr mit den Kultivateuren studiert werden. Als solches wählte ich Italien, das Land, das im Süden kaprifiziert, im Norden aber nicht. Aber schon bei mehreren früheren Besuchen dieses Landes hatte ich mich davon überzeugt, daß es für einen Nicht-Italiener außerordentlich schwierig ist, Zutritt zu den Kulturen zu erlangen. Dazu traten sprachliche Schwierigkeiten in einem an Dialekten so reichen Lande, wie es Italien ist. Zudem ist es, um einen Einblick in die gesamte Feigenkultur Italiens zu erlangen, notwendig, das ganze Land von der Riviera bis nach Sicilien zu bereisen und die Studien über wenigstens ein Jahr auszudehnen. Aus diesen Gründen habe ich auf den zuerst geplanten mehrmonatlichen Aufenthalt in der zoologischen Station in Neapel, weil doch nicht zum Ziele führend, verzichtet und einem meiner Schüler, der als einer der Leiter einer großen pharmazeutischen Gesellschaft in Rom zahlreiche Beziehungen über das ganze Land und dadurch Zutritt zu allen Feigengärten besaß, vorgeschlagen, mit mir und unter meiner Leitung die obigen Fragen zu studieren. Herr RAVASINI hat sich mit großem Eifer der Aufgabe gewidmet, die gesamte Literatur über den Gegenstand, besonders die sehr wertvolle ältere italienische, eingehend studiert und während $1^1/_2$ Jahren das ganze Land, jedenfalls alle Gegenden, in denen Feigen kultiviert werden — Ligurien, Toscana, Marche, Abruzzo, Latium, Campania, Basilicata, Apulien, Calabrien und Sicilien —, bereist und ein Material gesammelt, wie es noch niemals zuvor beisammen war. Er hat über 3000 Feigenbäume, die über 100 verschiedenen Spielarten angehörten, angesehen und über sie Nachrichten bei den Kultivateuren eingeholt. Er hat über 20 000 Fruchtstände geöffnet und dieses Riesenmaterial dann nach sorgfältiger Sichtung nach dem von mir entworfenen Arbeitsplane teils in meinem Institute in Bern, teils in seinem Laboratorium in Rom einem genaueren Studium unterworfen. Ich habe alle Beobachtungen kontrolliert.

Die erste Frage, die wir in Angriff nahmen, war die nach dem Vorkommen von Parthenogenesis bei der Feige, die be-

kanntlich von EISEN und LONGO geleugnet wird. Herr RAVASINI hat den von mir schon im „Handbuche" geforderten Gazebeutelversuch ausgeführt. Er hat an 21 Feigenbäumen diverser Spielarten an verschiedenen Orten der Umgegend von Rom im ganzen 171 junge Blütenstände in der Weise in Gazebeutel eingeschlossen, daß die ganzen, die Blütenstände tragenden Zweige in die Hülle eingeschlossen wurden, der Zutritt der Blastophaga also unmöglich war. Das Resultat war, daß in keinem Blütenstande ein Same zur Entwicklung kam, während die übrigen Blütenstände desselben Baumes reichlich Samen bildeten. Bei den von uns untersuchten Feigenbäumen wenigstens war also Parthenogenesis ausgeschlossen.

Nachdem so der Boden geebnet war, wurde nunmehr die Frage studiert, ob *Caprificus* und wilder Feigenbaum identisch sind. Bis in die neueste Zeit (z. B. noch von TRABUT) wurden beide durcheinander geworfen. Es gelang uns festzustellen, daß beide sehr gut auseinandergehalten werden können und auch die Kulturfeige sich auf das bestimmteste von dem wilden Feigenbaum unterscheidet. Da wir aus Gründen, die noch angeführt werden sollen, den letzteren als die eigentliche Art, die Urfeige, die anderen aber als zwei von ihr abzuleitende Kulturvarietäten betrachten, von denen der eine die männliche, der andere die weibliche Form darstellt, so schlage ich vor, den wilden Feigenbaum als *Ficus Carica* (L.), den männlichen *Caprificus* als *Ficus Carica α Caprificus*, die weibliche Kulturfeige als *Ficus Carica β domestica* zu bezeichnen.

Es wurde nämlich von uns festgestellt und durch alle Kultivateure bestätigt, daß aus Samen der weiblichen Kulturfeige und denen des wilden Feigenbaums ausnahmslos, wenn sie das Inquilin erhalten, Exemplare des wilden Feigenbaums hervorgehen, niemals *Caprificus* oder die weibliche Kulturfeige, da beide nicht durch Samen und nur durch Stecklinge oder durch Pfropfung fortgepflanzt werden können und tatsächlich auch nur durch diese fortgepflanzt werden, wie alle Kultivateure bestätigten. Nur die wilde Feige, die noch jetzt sicher in vielen Hunderten, wahrscheinlich in Tausenden von Exemplaren in Italien wächst, verhält sich wie eine gute Art, *Caprificus* und weibliche Kulturfeige tragen alle Charaktere von Kulturvarietäten. Der *Caprificus* ist eine Kulturform wie die weibliche Kulturfeige. Daß aus Samen der Kulturfeige anders geartete Feigenbäume entstehen, hatten schon HERRERA und CAVOLINI beobachtet und THEOPHRAST irrt nur darin, daß er aus ihnen wilde Feigenbäume und *Caprificus*

hervorgehen läßt. Aber niemand hatte bisher einmal den Entwicklungsgang der wilden Feige näher angesehen. Wir haben es getan. In ihm liegt des Rätsels Lösung.

Verfolgt man die Entwicklung der Blütenstandsgenerationen eines solchen wilden Feigenbaums, der, wie Herr RAVASINI durch zahlreiche Beobachtungen sicherstellte, in Nord- und Mittelitalien oft weit von Feigenkulturen abliegende Inseln bildet, in Süditalien aber oft in den Feigenkulturen selbst, an Wegrändern und Mauern vorkommt — alle diese verhalten sich nach unseren Beobachtungen gleich —, so läßt sich Folgendes feststellen.

Abb. 1. Die drei Generationen der wilden oder Urfeige (*Ficus Carica* L.) in reifem Zustande.

1. Profico. 2. Fico. 3. Mamme. (RAVASINI gez.)

Der wilde Feigenbaum, der wahrscheinlich mit PONTEDERAS 1720 kurz erwähnten Zwischenform *Erinosyke* identisch ist und den die Bauern, die ihn besonders in Ober- und Mittelitalien, sehr gut kennen, *Fico selvatico*, *Fico spontaneo* oder *Fico naturale* nennen, besitzt drei Generationen von Fruchtständen (Abb. 1). Die erste Generation, die Profichi, die im Februar oder März an vorjährigem Holz in den Blattachseln angelegt wird und im Juni oder Juli reif ist, enthält nur männliche und Gallenblüten. Sie ist nicht eßbar. Die zweite Generation, die Fichi, die Ende Mai in den unteren Teilen des Baumes angelegt wird und im August und September reif ist, enthält nur fertile, langgrifflige, weibliche Blüten. Sie ist eßbar. Und die dritte Generation, die Mamme, die im September an den oberen Teilen des Baumes an den jüngeren

Trieben angelegt wird, aber erst im März und April des nächsten Jahres reif wird, nur Gallenblüten. Sie ist nicht eßbar. Herr RAVASINI hat durch zahlreiche Beobachtungen festgestellt, daß in den Fruchtständen der wilden Feige niemals männliche und weibliche Blüten im gleichen Kruge und auch niemals sterile, langgrifflige weibliche Blüten vorkommen.

Bei den Profichi liegen am Grunde und an den Seiten des Bechers nur Gallenblüten, die männlichen Blüten bilden einen Kranz um das Ostiolum (s. Fig.). Die Profichi stellen die männliche Generation dar; sie bleiben fast bis zur Reifezeit milchend und hart und erweichen nur ganz zuletzt in unvollkommener Weise und ohne Zucker zu bilden. Sie sind schon deshalb nicht eßbar, würden aber auch wenn sie süß würden, nicht gegessen werden, da sie oft 200—300 Exemplare der Blastophaga einschließen. Denn in ihnen macht das Inquilin seine erste Generation durch.

Die Fichi stellen die weibliche Generation dar, den samentragenden Blütenstandstypus, der auch dadurch ausgezeichnet ist, daß das Gewebe des Receptaculums sukkulent und süß wird. Sie sind daher eßbar und werden in der Tat überall dort, wo die wilde Feige, die die italienischen Bauern gut von der Kulturfeige unterscheiden, vorkommt, gegessen.

Die Mamme, die stets klein bleiben, dienen nur der Erhaltung des Insektes über den Winter hin, das in ihnen seine zweite Generation durch macht. Sie schrumpfen im Frühling sogleich nach dem Ausfliegen des Insektes zusammen und fallen vom Baume.

Die Entwicklung der Blüten und die des Insektes sind bei der wilden Feige in vortrefflicher Weise einander angepaßt. Es liegt hier eine wundervoll organisierte Symbiose vor, wie sie vollendeter nicht gedacht werden kann, denn die Entwicklung des Tiers ist ohne die Pflanze ebenso unmöglich, wie die Samenbildung der letzteren ohne das Tier. Diese Symbiose ist von Herrn RAVASINI und mir in allen Einzelheiten während eines Jahres verfolgt worden. Nachdem die Weibchen der Blastophaga in der Mamme durch die den Krug niemals verlassenden und nach der Befruchtung zugrunde gehenden, ungeflügelten Männchen begattet sind, verlassen sie im Frühjahr das Receptaculum durch das Ostiolum und fliegen zu den noch ganz kleinen Profichi. Hier schlüpfen sie durch das Ostiolum in den Krug und finden dort die sog. Gallenblüten gerade in dem Entwicklungsstadium vor, das sie brauchen. Diese Gallenblüten sind eigentlich gar keine Blüten. Sie haben bekanntlich nur die Form

kurzgriffliger weiblicher Blüten, aber an Stelle des mit leitendem Gewebe gefüllten Griffelkanals der normalen weiblichen Blüten liegt hier ein offener Kanal und an Stelle des Ovulums ein nur wenig differenzierter Gewebshöcker, an dem nur eine Pseudo-Mikropyle als krugförmige Vertiefung sichtbar ist, sonst nichts. Das Insekt belegt nun — es zeigt eine enorme Fruchtbarkeit —, indem es mit dem Legestachel durch den oben erwähnten „Griffel"-kanal mühelos in den Pseudo-Fruchtknoten eindringt, Hunderte von Gallenblüten mit je einem Ei und macht sie so zu Gallen. Die Eier entwickeln sich in den Gallen, die einen zu Männchen, die anderen zu Weibchen. Wie schon P. MAYER, dem wir eine vorzügliche Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der Blastophaga verdanken, die wir vollständig (bis auf den Punkt, daß er drei, wir — bei der wilden Feige — zwei Generationen wie bei anderen Hymenopteren beobachteten) bestätigt fanden, feststellte, treten aus den Gallen zuerst die flügellosen Männchen, indem sie mit ihren Mandibeln die Schale der Galle, die ziemlich hart geworden ist, durchnagen. Die so in Freiheit gesetzten Männchen kriechen zu den Weibchen enthaltenden Gallen, durchnagen auch hier die Schale, schieben durch das Loch ihren Hinterleib ein und vollziehen die Befruchtung. Dann gehen sie, ohne den Krug zu verlassen, zugrunde. Die Weibchen aber erweitern sich das Bohrloch, schlüpfen aus der Galle aus und suchen die Krugöffnung zu erreichen. Hier nun sind mittlerweile die dort inserierten männlichen Blüten pollenreif geworden. Die Blastophagaweibchen beladen sich daher, während sie das Ostiolum zu erreichen suchen, mit dem Pollen derart, daß ein Insekt, an der Krugöffnung abgefaßt, über und über mit Pollen bestäubt erscheint. Sobald das Weibchen das Ostiolum der Profichi verlassen hat, was etwa im Juli stattfindet, fliegt es zu den Fichi, der zweiten Generation des wilden Feigenbaums, die jetzt noch in einem frühen Entwicklungsstadium sich befindet: Das Ostiolum ist noch ziemlich weit geöffnet, die Tiere können daher bequem, auch ohne ihre Flügel zu verlieren, in den Krug hineinspazieren. Hier finden sie nun die mittlerweile herangewachsenen langgrifflichen weiblichen Blüten im befruchtungsfähigen Zustande vor und laden, indem sie im Kruge herumkriechen, den mitgebrachten Pollen ab. Ein einziges Tier kann alle Blüten eines Kruges befruchten. Die Befruchtung geht ganz normal vor sich. Wir sahen, wie SOLMS und LONGO es bei der Kulturfeige beobachteten, auch hier den Pollenschlauch durch das leitende Gewebe des Griffels zu dem normal ausgebildeten Ovulum, das zwei Integumente besitzt, vor und durch

die (von LONGO geleugnete, aber immer vorhandene) Mikropyle eindringen und sahen den Samen sich normal entwickeln.

Während des Hochsommers wandern die trächtigen Blastophagen nun an den Fichi ein und aus und erreichen allmählich die Zeit der Eiablage. Mittlerweile ist das Ostiolum der Fichi immer enger geworden und hat sich schließlich ganz geschlossen. Aber die Tiere finden nun einen anderen Schlupfwinkel, denn inzwischen sind die Mamme herangewachsen und zur Aufnahme der heimatlos gewordenen Weibchen bereit. Das Tier findet in ihnen wiederum Gallenblüten vor und wiederum gerade in dem Entwicklungsstadium, wie es sie braucht. Und so belegt es denn — es ist inzwischen September geworden — abermals, seine zweite Generation einleitend, die Gallenblüten mit je einem Ei. Diese Eier überwintern hier. Im Frühling wiederholt sich in dem Kruge der gleiche, oben bei den Profichi beschriebene Entwicklungsgang: die Entwicklung der Larven und die Begattung der Weibchen durch die aus benachbarten Gallen auskriechenden Männchen, die auch hier den Krug nicht verlassen. Endlich schlüpfen die Weibchen aus, um zu den Profichi zu gelangen, und hier wieder Eier abzulegen. Der Entwicklungsgang ist geschlossen. Pollen können jedoch die Tiere aus der Mamme nicht mitnehmen, da diese keine männlichen Blüten enthalten. Es hätte ja auch keinen Zweck, welchen mitzunehmen, da die Tiere in den Profichi keine weiblichen Blüten antreffen. Wir haben also bei der wilden Feige typische Zoidiophilie und Monoecische Diclinie und können, da der Pollen der männlichen Blüten der Profichi gleichzeitig geschlechtsreif ist, wie die Ovula der Fichi, die Gallenblüten aber gar keine Blüten, sondern ausschließlich dem Insekte angepaßte Gebilde sind, nicht (wie GASPARRINI und alle seine Nachfolger) von proterogynischer Dichogamie sprechen.

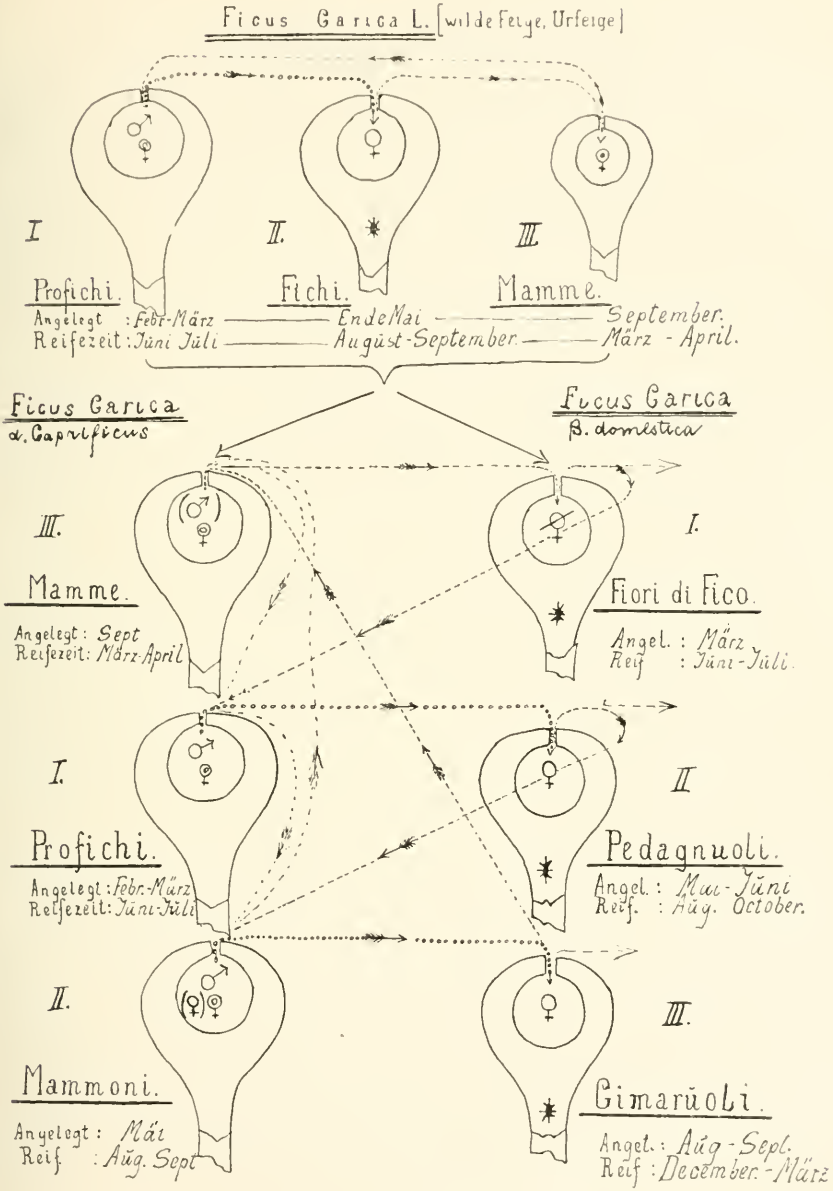
Der wilde Feigenbaum stellt einen so wunderbar in sich geschlossenen, alle Generationen lückenlos auf sich vereinigenden Organismus dar, daß wir nicht anstehen, ihn als die ursprüngliche und wahre Art, d. h. die Urfeige, zu betrachten, die sich in Mittel- und Oberitalien noch in einigen Inseln erhalten, in Unteritalien aber da und dort aus den Samen der Kulturfeige unter Aufnahme des vom *Caprificus* stammenden Inquilins wieder zurückgebildet hat, also eine geradezu bewunderungswürdige Konstanz zeigt.

Warum hat nun der Mensch — denn nur Menschenhand können wir hier annehmen — dieses Meisterstück der Natur in zwei nur durch Stecklinge, nicht durch Samen fortzupflanzende Formen, eine männliche und eine weibliche, zerlegt, die beide für

sich, rein vom Standpunkte des Naturforschers betrachtet, sehr viel unvollkommner sind? Der Grund ist jedenfalls ein doppelter gewesen. Zunächst fällt beim Vergleiche der wilden mit der weiblichen Kulturfeige auf, daß die erstere nur eine eßbare Generation, die letztere aber drei solcher tragen kann, also das ganze Jahr fast Feigen liefert oder doch liefern kann. Dadurch erwächst dem Baume die Möglichkeit, eine durch Witterungseinflüsse beeinträchtigte Ernte durch eine zweite zu ersetzen. Der zweite Grund ist offenbar darin zu suchen, daß die rein weibliche Feige zu einer vollkommeneren Reife kommt, d. h. größer und süßer wird, eine sog. „carpologische" Reife in gewissen Spielarten sogar ohne Befruchtung und ohne Samen zu bilden erreichen kann, jedenfalls bei erfolgender Befruchtung sehr viel haltbarere Feigen gibt. Denn die Fichi des wilden Feigenbaums sind niemals haltbar und z. B. niemals zu Dörrfeigen zu benutzen. Vielleicht mag auch der Wunsch, sicher insektenfreie Feigen zu erzielen, zur Domestikation und Spaltung der Art beigetragen haben. Denn die Feigen, welche die bekanntlich schwarzen, unappetitlichen Insekten enthalten, sehen ekelhaft aus, wenn man sie aufbricht. Und niemals zeigt *Ficus Carica β domestica* derartige Fruchtstände.

Jedenfalls ist die Zerlegung der Urfeige — wer sie nun auch ausgeführt haben mag — vortrefflich gelungen. Die männliche Kulturfeige, der *Caprificus*, ist fast rein männlich, die weibliche Kulturfeige rein weiblich.

Ficus Carica α Caprificus hat im typischen Falle, wie die wilde Feige, drei Generationen von Blütenständen. Die Profichi, die im Februar oder März angelegt werden und im Juni oder Juli reif sind, enthalten ca. $^2/_3$ Gallenblüten und (im oberen Teile des Kruges) ca. $^1/_3$ männliche Blüten. Die zweite Generation, die Mammoni, die im Mai angelegt werden und im August oder September reif sind, enthalten fast nur Gallenblüten, männliche Blüten finden sich weniger zahlreich als bei den Profichi oben am Ostiolum — bisweilen nur eine schmale Zone um die Mündung des Ostiolumkanals bildend —, die dritte Generation endlich, die Mamme (Ave), die im September angelegt werden, dann überwintern und im März oder April reif sind, enthalten fast nur Gallenblüten, männliche Blüten nur ganz vereinzelt und kümmerlich, dicht unter den die Mündung des Ostiolums verschließenden Schuppenblättern. Weibliche Blüten fehlen in dieser Generation gewöhnlich ganz. Nur hie und da konnte Herr RAVASINI in den Mammoni unter den Gallenblüten einige entdecken, auf 100 Gallenblüten etwa 4—5. Die dritte Generation fehlt bisweilen. Keine



Beziehungen der drei Feigentypen zu einander nach Tschirch und Ravasini.

Erklärung der Zeichen:

------ Wege der Insecten. ♂ = männliche } Blüten ♀ = sterile weibliche } Blüten.
..... Pollenübertragung ♀ = weibliche } Blüten (♀) = vereinzelte weibliche
* essbare Früchtstände ♀ = Gallen } Blüten (♂) = vereinzelte männliche

Abb. 2.

Generation ist eßbar, das Receptacalum wird beim *Caprificus* niemals süß, keine erzeugt Samen.

Sehr bemerkenswert ist es, daß bei dem *Caprificus* gewöhnlich nur die Profichi vollständig zur Entwicklung gelangen, während die anderen Generationen immer nur in kleiner Menge angelegt werden und vielfach vor der Reife vom Baume abfallen. Immer fallen alle die Blütenstände vor der Reife vom Baume, die nicht von der Blastophaga besucht wurden: der *Caprificus* steht vollständig im Dienste des Tiers, das in ihm seinen Entwicklungscyclus in der gleichen Weise wie bei der wilden Feige (s. o.) — hier vielleicht in drei Generationen (?) (P. MAYER) — vollendet und nur zur Pollenübertragung den Krug verläßt, um auf der weiblichen Kulturfeige die Befruchtung der Blüten zu vollziehen.

Faßt man den ganzen Entwicklungsgang des *Caprificus* ins Auge und vergleicht ihn mit dem der wilden Feige, so läßt sich leicht feststellen, daß er durch Abspaltung der männlichen Charaktere des wilden Feigenbaums entstanden ist, das weibliche Element ist bis auf geringe Reste oder ganz ausgeschaltet. Er bildet daher sogut wie niemals reife Samen, kann daher nur durch Stecklinge oder Pfropfung vermehrt werden — er verhält sich ganz wie eine Kulturpfanze, wie dies auch LECLERC und TRABUT betonen. Aber mit den männlichen Charakteren ist auch die Anpassung an das Insekt und seinen Entwicklungsgang auf den *Caprificus* übergegangen: Nur bei ihm, nicht bei der weiblichen Kulturfeige, finden wir die sog. Gallenblüten.

In Ober- und Mittelitalien ist der *Caprificus* den Bauern und Kultivateuren ganz unbekannt. Auch Herr RAVASINI hat ihn dort nirgends gefunden. In der Nähe von Neapel aber und in den Gegenden, wo die Kaprifikation geübt wird, fand RAVASINI ihn sowohl verwildert wie in Kultur, meist durch Stecklinge vermehrt, mitten in den Feigengärten oder auf andere Feigenbäume gepfropft, wie dies schon SENISI an CELI berichtet. Er heißt in Süditalien meist *Caprifico*, wird aber auch *Profico* genannt, wegen der großen Ähnlichkeit aller seiner drei Blütenstandsgenerationen mit der männlichen Generation des wilden Feigenbaums, die ja den Namen Profico trägt. Das Volk bringt ihn also ganz richtig mit der männlichen Generation der wilden Feige in Beziehung, von der ja auch wir ihn ableiten.

Bekanntlich hatte ja schon bereits LINNÉ und HEGARDT (1749) und dann CAVOLINI den *Caprificus* für die männliche und die weibliche Kulturfeige für die weibliche Pflanze erklärt und die Bedeutung des Tiers für die Befruchtung erkannt, die schon

die Alten ahnten. Aber noch bis in die neuere Zeit ist immer wieder bezweifelt worden, ob dies richtig sei, da man bald da, bald dort Anomalien bei besonderen Kulturrassen fand, die man entweder für das Normale nahm oder sich nicht erklären konnte und die Bildung reifer süßer Feigen ohne Befruchtung und ohne Samen immer von neuem das Bild trübte.

Die Durchmusterung eines so riesigen Materials, wie es Herr RAVASINI zusammenbrachte, erlaubt aber nunmehr auch das reine Bild der weiblichen Kulturfeige zu zeichnen. Diese Durchmusterung, die uns von Zufälligkeiten unabhängig machte und das Typische klar hervortreten ließ, ergab für die weibliche Kulturfeige folgendes:

Die weibliche Kulturfeige, *Ficus Carica β domestica*, bildet zwei oder drei Blütenstandsgenerationen. Alle sind ausschließlich weiblich bzw. steril, alle eßbar. Männliche und Gallenblüten fehlen vollständig. Die erste Blütenstandsgeneration kommt nicht immer zu voller Entwicklung, bei den meisten der zahllosen Spielarten fallen die im Frühling (ungefähr Anfang März) angelegten Blütenstände vor der Reife ab. Wenn sie reifen, geschieht dies im Juni oder Juli, und sie heißen dann am häufigsten Fiori di fico oder Fiorini, in Toscana Fichi primatici, in Latium und Marche Fichi fallacciani, bei Neapel Fichi fiori, in Calabrien und Sicilien Fichi di prima mano oder Fichi ficazzani. Die Blütenstände dieser Generation enthalten, wie dies bereits GASPARRINI und SOLMS feststellten, an Stelle der normalen weiblichen Blüten langgrifflige Blüten, die man ihrem Baue nach als degenerierte und sterile weibliche Blüten betrachten kann. Auch Herr RAVASINI fand niemals in den Fichi fiori reife Samen. Die Blüten sind aber auch der Blastophaga nicht angepaßt, da sie langgrifflig sind und ihr Griffel keinen offenen Kanal bildet. Wenn sich eine Blastophaga in die Krüge verirrt, versucht sie, wie dies auch SOLMS beschreibt, vergeblich, ein Ei abzulegen.

Die Ende Mai oder im Juni angelegten Blütenstände der zweiten Generation sind die einzigen, die fast bei allen Spielarten völlig zur Reife gelangen und zwar vom August bis Oktober. Sie werden von den Kultivateuren meist Pedagnuoli, d. h. vom Stamme genommen[1]) (sie entwickeln sich in den unteren Blatt-

1) Ich muß an dieser Stelle einen Irrtum berichtigen, der sich in meinem Handbuche der Pharmakognosie (Bd. II) befindet. Auf Grund einer von TIEDEMANN aufgenommenen Photographie eines „kleinasiatischen Feigenbaums" habe ich angegeben (a. a. O. S. 24), daß auch bei *Ficus Carica* Cauliflorie vorkomme. Das ist nach unseren Beobachtungen, wenigstens für die

achseln am Stamme), genannt, heißen aber in anderen Gegenden auch Fichi di seconda mano, Fichi settembrini, Fichi autunnali. Diese Generation enthält ausschließlich normale langgrifflige weibliche Blüten mit gut ausgebildetem Ovulum, wie oben bei der wilden Feige beschrieben. An ihnen wird durch die Weibchen der Blastophaga, die aus der zur gleichen Zeit reifen Blütenstandsgeneration des *Caprificus* (dem Profico) mit Pollen beladen, ausschwärmen und in die Krüge der Pedagnuoli eindringen, die normale Befruchtung vollzogen. Die Pedagnuoli enthalten daher meist reife Samen.

Die dritte, von der zweiten kaum zu trennende, Generation heißt Cimaruoli, d. h. von der Spitze genommen (sie entwickeln sich weiter oben am Baume als die Pedagnuoli). Auch sie enthält im Innern weibliche, Samen bildende Blüten. Die Cimaruoli entwickeln sich im August und September oder noch später und werden oft durch frühzeitig eintretendes Herbstwetter verhindert, zu reifen. Sie fallen dann unreif vom Baume. Nur bei einigen Spielarten kommen diese Fichi invernali um Weihnachten zur Vollreife, aber bei Albenga an der Riviera gibt es einen Feigenbaum, der fast ausschließlich Winterfeigen trägt.

Jedenfalls gilt als Regel, daß bei *Ficus Carica β domestica* gewöhnlich nur eine Generation völlig zur Reife kommt. Meist sind dies die Pedagnuoli. Einige Spielarten bringen aber auch die Fichi fiori zur Reife und liefern von den Pedagnuoli nur spärliche Ernten. Drei gleiche Ernten erzielt man niemals. Wenn eine Vollernte erzielt wird, werden die anderen beeinträchtigt. Aber saftig und süß können bei vielen Spielarten alle drei Generationen werden — auch wenn eine Befruchtung nicht erfolgt.

Vergleichen wir nun *Ficus Carica β domestica* mit der wilden Feige, so ergibt sich ohne weiteres, daß er aus der weiblichen Generation der wilden Feige, den Fichi, hervorgegangen sein muß. Nur die Merkmale dieser Generation sind auf ihn übergegangen, weder die Fähigkeit, männliche Blüten zu bilden, noch die dem Insekte als Aufenthaltsort zu dienen und seinen Entwicklungsgang zu sichern. Daß ihm aber diese Trennung von außen her aufgezwungen wurde, geht zur Evidenz daraus hervor, daß er, sobald man seine Samen aussät und der daraus erwachsene Baum das Inquilin erhält, wieder in die wilde Urfeige zurückschlägt und dies

in Italien vorkommenden Feigenbäume und in der auf der Abbildung dargestellten Weise, nicht richtig. Wie mir Herr Prof. SCHRÖTER in Zürich mitteilt, ist der a. a. O. Fig. 7 nach TIEDEMANN abgebildete „kleinasiatische Feigenbaum" nicht *Ficus Carica*, sondern wahrscheinlich *Ficus imperialis*.

auch heutzutage noch, trotzdem doch die Trennung jedenfalls schon vor tausenden von Jahren erfolgte.

So groß die Vorteile auch sein mögen, die aus der Trennung namentlich für die Erzeugung eßbarer, insektenfreier Feigen durch das ganze Jahr erwachsen, so bringen sie doch auch große Nachteile mit sich. Denn, wenn es auch gelang, Spielarten zu erziehen, die ohne Befruchtung, also ohne Beihilfe der Blastophaga süße, eßbare Fruchtstände hervorbrachten, so ist doch — darin stimmen alle neueren Beobachter überein — zur Erzielung haltbarer Feigen, die getrocknet werden können, eine Befruchtung unbedingt erforderlich, und die Caprification ist also für diese Sorten Feigen unerläßlich. Und zwar ist sogar meist das Einhängen der männlichen Fruchtstände des *Caprificus* (Profichi) in die Kronen des *Ficus Carica β domestica* notwendig, da die Blastophaga im Fliegen sehr träge ist und niemals weit zu fliegen vermag, auch natürlich nur dann ihr pollenübertragendes Geschäft wirksam verrichten kann, wenn sie Blütenstände trifft, die geschlechtsreif sind. Das zeigen auch sehr instruktiv die interessanten Versuche von HOWARD in den Kulturen der ganz auf Caprification eingerichteten Smyrnafeige in Californien. Es darf durch diese und andere von TRABUT und RAVASINI ausgeführte Versuche jetzt als erwiesen betrachtet werden, daß bei gewissen Feigensorten die Fruchtstände unreif abfallen, wenn sie nicht caprificiert werden. Wir aber können hinzufügen, daß auch die wilde Feige zur Caprification benutzt werden kann und benutzt wird, nicht nur der *Caprificus*.

Auch die bis heute bewahrte Trägheit der Blastophaga deutet darauf, daß die Urfeige beide Blütenformen auf einem Baume vereinigt getragen haben muß, und da wir beim wilden Feigenbaum noch heute dies Verhältnis wirklich finden, so ist dies ein Grund mehr, ihn als die Urform anzusehen.

So kommen wir denn zu dem Schlusse, daß sich zwar noch einige wilde Feigen seit Urzeiten in Italien erhalten haben, die weibliche Kulturfeige aber in zwei Rassentypen vom Osten her eingeführt wurde, von denen der eine Rassentyp, der gleichzeitig mit dem *Caprificus* nach dem Süden Italiens eingeführt wurde, die an Caprification angepaßte Edelfeige darstellt, der andere aber, der nach Mittel- und Norditalien gelangte, die Feigenrassen umfaßt, die, auch ohne Caprification, zu sog. „carpologischer" Reife kommende, samenlose, süße, aber nicht haltbare Tafelfeigen erzeugen, übrigens auch 2—3 Fruchtstandsgenerationen bilden. Diese Verhältnisse waren bereits THEOPHRAST bekannt, der

gelegentlich der Besprechung der Caprification (ἐριάσμα), die ja auch HERODOT erwähnt, bemerkt, daß nicht alle Feigenarten der Caprification im gleichen Maße bedürftig sind.

Ich habe im Vorstehenden nur die bei Durchmusterung des Materials des Herrn RAVASINI sich ergebenden Typen von *Ficus Carica β domestica* und *α Caprificus* besprochen, will jedoch nicht unterlassen, zu bemerken, daß es auch eine Anzahl von Abweichungen gibt. Diese haben auch uns, wie anderen Forschern, viel Kopfzerbrechen gemacht und auch uns das reine Bild anfangs getrübt, schließlich aber gerade dazu beigetragen, unsere Theorie der Abstammung der Kulturfeigen zu stützen.

Am häufigsten kommen folgende Übergangsformen, die ich als Rückschläge zur Urfeige auffasse, vor:

1. Blütenstände der ersten Generation mit dem typischen Charakter der Profichi, Blütenstände der zweiten Generation mit männlichen, weiblichen und Gallenblüten (Übergangsform zwischen *Ficus Carica* und *Ficus Carica α Caprificus*).

2. Blütenstände der ersten Generation an Stelle der Gallenblüten, weibliche Blüten mit verbildeten Samenanlagen (wie bei der Fichi fiori) bildend, die männlichen Blüten in gleicher Anzahl und gut ausgebildet wie bei den Profichi, Blütenstände der zweiten Generation ausschließlich weiblich (Übergangsform zwischen *Ficus Carica* und *Ficus Carica β domestica*). Diese Übergangsform, die wir nach ihrem Entdecker La-Hire-Feige nennen wollen, ist ziemlich häufig. Sie kommt namentlich bei den Spielarten Fico S. Giovanni, Fico brugiotto bianco, Fico coperche und Fico dottato vor.

Erst die Durchmusterung eines sehr großen Materials ließ diese Abweichungen als Besonderheiten — als Formen, in denen die Kulturfeigen zur Urfeige zurückstreben — ausscheiden und machte uns von allen Zufälligkeiten unabhängig. Wir haben unser Ziel also nur dadurch erreicht, daß wir alle erreichbaren Feigenformen in ganz Italien zur Untersuchung heranzogen und Herr RAVASINI, unermüdlich im Aufsuchen immer neuer Feigengärten, mir schließlich einen Überblick über das ganze Gebiet verschaffte und mir die Lösung des Rätsels ermöglichte.

Auf das Detail kann ich hier nicht eingehen. Ich verweise auf die Dissertation des Herrn RAVASINI, die demnächst erscheinen wird und die nebst einer kritischen Würdigung der gesamten Literatur auch zahlreiche Abbildungen enthält.

14. D. Neljubow: Geotropismus in der Laboratoriumsluft.

(Eingegangen am 4. März 1911.)

Läßt man Erbsen, Wicken oder Linsen, welche gewöhnlich zu physiologischen Experimenten benutzt werden, im Laboratorium im Dunkeln keimen, so kann man oft beobachten, daß sie eine horizontale Lage annehmen und sich ähnlich den kriechenden Stengeln auf der Oberfläche des Substrats ausbreiten, anstatt vertikal aufwärts zu wachsen. Manchmal wächst das Stengelchen anfangs vertikal, bildet dann aber nach Erreichen einer Länge von zirka $^1/_2$—$1^1/_2$ cm eine Krümmung senkrecht zur ersten Richtung und nimmt eine horizontale Lage ein. WIESNER[1]) war der erste, der diese Eigentümlichkeit im Wachstum der Erbsen- und Wickenkeimlinge beim Untersuchen der „undulierenden" Nutation beobachtet hatte. Seiner Meinung nach ist diese spontane Nutation auch die Ursache der horizontalen Richtung der obengenannten Pflanzenkeimlinge.

Als „undulierende Nutation" bezeichnete WIESNER diejenigen Wachstumsänderungen, die die gewöhnliche, an ein S erinnernde Gestalt der Keimlinge und Stengelspitzen bei vielen Dikotylen bedingen. Die Keimlinge bilden zwei Krümmungen, die in einer und derselben vertikalen Ebene liegen und nach zwei entgegengesetzten Seiten konvex erscheinen. Die eine bedeutend steilere Krümmung liegt im oberen, der Spitze des Stengels anliegenden Teile, die zweite viel schwächere, manchmal kaum bemerkbare, im unteren Teile. Durch die erste Krümmung werden am Stengel die Gipfelknospe, am Hypokotyle die aneinandergelegten Kotyledonen abwärts gerichtet. Es sei hier bemerkt, daß WIESNER diejenige Seite, nach der die Stengelspitze geneigt erscheint, als die vordere, die entgegengesetzte, im unteren Teile befindliche, als die hintere, die übrigen zwei als die rechte und linke bezeichnet. Wir werden sie auch weiterhin so benennen. Wird der Samen so gepflanzt, daß die Berührungsfläche der Kotyledonen, — die Mediane — vertikal gestellt wird, dann erscheinen auch die beiden Krümmungen in dieser Fläche gelegen.

Bei der Untersuchung des Wachstums der nutierenden Keim-

1) WIESNER, Die undulierende Nutation der Internodien. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien Bd. LXXVII. Abt. I, 1878, S. 33.

linge fand WIESNER zwei Maxima: eines in der oberen, das andere in der unteren Krümmung, auf deren konvexen Seiten.

Bei den Erbsen und den ihnen ähnlichen Pflanzen wuchsen in den Versuchen von WIESNER die Stengel, sich horizontal stellend, in dieser Richtung weiter, aber nicht streng gerade, sondern wellenförmig sich nach aufwärts und abwärts krümmend. Der Zahl der Krümmungen entsprechend waren mehrere Wachstumsmaxima vorhanden. Die erste, den Stengel in die horizontale Lage versetzende Krümmung befand sich in einer und derselben Ebene mit den übrigen Krümmungen der undulierenden Nutation, sowie auch mit denjenigen, die dem Keimlinge die schlangenförmige Gestalt verliehen. Alle diese Krümmungen fanden in der Dunkelheit und bei Lampen- oder schwachem, diffusem Tageslicht statt.

Auf diese Beobachtungen sich stützend, kam WIESNER zu dem Schlusse, daß die beschriebenen Krümmungen des Stengels eine Form der undulierenden Nutation darstellen, d. h. daß bei den oben erwähnten Pflanzen die unterste Krümmung der undulierenden Nutation — unter gewissen Umständen — 90° erreicht und den Stengel in die horizontale Lage bringt, während die bei dem darauffolgendem Wachstum des Stengels entstehenden Krümmungen mehr abgeflacht erscheinen.

Was die geotropischen Eigenschaften der Erbsen- und Wickenkeimlinge betrifft, so meint WIESNER, daß ihnen negativer Geotropismus eigen ist; letzterer wird aber durch die Nutation überwunden. Als Stütze dieser Ansicht dient ihm folgender Versuch[1]): Zwei sehr junge Erbsenkeimlinge wurden so gestellt, daß ihre Achse horizontal zu liegen kam. Bei dem einen (V) sah die Vorderseite nach oben, bei dem anderen (H) die Hinterseite. Drei Tage darauf hat sich der letztere (H) so gekrümmt, daß das obere Drittel des Stengels vertikal war; dann krümmte sich dieser obere Teil ebenfalls nach der Hinterseite und wuchs nun wieder in nahezu horizontaler Richtung wellenförmig weiter, mit der Hinterseite nach unten gewendet. WIESNER hat die erste, den oberen Teil des Stengels aufwärts richtende Krümmung als von dem negativen Geotropismus bedingt angesehen, während seiner Meinung nach die darauffolgende das obere Ende wieder in die horizontale Lage bringende Krümmung (ebenfalls wie früher nach der Hinterseite) durch die spontane Nutation verursacht werden sollte.

Der erste mit der Vorderseite nach oben gewendete Keimling (V) behielt im allgemeinen die ihm gegebene Richtung bei

1) l. c., S. 34.

und wuchs in Wellenzügen horizontal weiter. Es krümmte sich dessen Achse nicht zurück, wie dies bei H der Fall war, da bei dieser Orientierung des Stengels der negative Geotropismus (nach WIESNER) der spontanen Nutation entgegenwirkte.

WIESNER experimentierte im Laboratorium. Es ist aber allgemein bekannt, daß in freier Luft die Stengel dieser Pflanzen (besonders deren erste Internodien) nicht kriechend, sondern vertikal aufwärts wachsen. Weshalb werden sie nicht infolge der undulierenden Nutation gezwungen, die horizontale Lage anzunehmen? Da in den Versuchen über Heliotropismus in kleiner Entfernung von der Lichtquelle die Stengel wohl in der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen horizontal wuchsen, dabei aber keine wellenförmigen Biegungen und auch keine undulierende Nutation zeigten, so meinte WIESNER, daß das in den oben angeführten Versuchen beobachtete horizontale Wachstum dem Lichtmangel zuzuschreiben sei.

WIESNERs Schüler, RIMMER[1]), bestätigte im allgemeinen die Schlüsse seines Lehrers: als die Ursache der oben erwähnten Krümmungen hat er ebenfalls die autonome Nutation anerkannt, kam dabei aber zu dem Schlusse, daß nicht der Lichtmangel, sondern die Trockenheit der Laboratoriumsluft als maßgebende Bedingung des horizontalen Wachstums der Stengel anzusehen sei. Unter der Glasglocke, in der dunstgesättigten Luft, wuchsen in seinen Experimenten sowohl Erbsen als Wicken vertikal aufwärts; wurden sie dann in einen trockenen Raum versetzt, so nahm der hier gewachsene Teil des Stengels zu dem früheren vertikalen Teile eine geneigte, bisweilen rechtwinkelige Stellung an.

Sowohl WIESNER als RIMMER untersuchten die Ursachen des horizontalen Wachstums der Erbsen und Wicken nur gelegentlich. Meine eingehenderen Untersuchungen[2]) haben mich belehrt, daß die Wachstumsrichtung der Keimlinge[3]) (im Dunkeln) ausschließlich durch die Zusammensetzung der Luft bedingt ist. Die Stengel wachsen in horizontaler Richtung nur in der Laboratoriumsluft, welcher Leuchtgas beigemischt ist; Spuren dieses Gases sind immer leicht nachzuweisen im Laboratoriumsraum, wo Leuchtgas gebraucht wird. Der Lichtmangel und auch der Grad der Luftfeuchtigkeit

---

1) RIMMER, Über die Nutationen und Wachstumsrichtungen der Keimpflanzen. Sitzungsb., Wiener Akad., Bd. 88, S. 393. 1884.

2) NELJUBOW, Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sat.* und einiger anderen Pflanzen. Beihefte z. Bot. Centralbl., X, 1901.

3) Später habe ich gefunden, daß, außer den Erbsen, auch Wicken (*Vicia sativa*), *Ervum Lens*, *Lathyrus odor.* und *Tropaeolum* sich ebenso verhalten.

erwiesen sich dabei als ganz wirkungslos. Das Leuchtgas ist ein Gemenge von vielen verschiedenen Substanzen. Die horizontale Lage der Keimlinge wird von dem im Leuchtgas enthaltenen Azetylen und Äthylen hervorgerufen.

So viel über die äußeren Bedingungen. Welches ist aber die Ursache der horizontalen Richtung der Stengel? Ist sie als Resultat der Zusammenwirkung des negativen Geotropismus und der autonomen Nutation, oder als Folge der geotropischen Umstimmung, nämlich der Verwandlung des negativen Geotropismus in den transversalen, zu deuten? In der oben zitierten Arbeit habe ich mir erlaubt, mich für die letzere Meinung auszusprechen.

Die von mir darauf ausgeführten Untersuchungen der geotropischen Eigenschaften, welche die Keimlinge unter dem Einfluß der Luft, der Äthylen beigemengt ist, erhalten, haben tatsächlich gezeigt, daß in diesem Falle eine geotropische Umstimmung stattfindet: die Stengel werden transversal geotropisch[1]).

Späterhin erschienen mehrere Arbeiten über Heliotropismus, in denen ebenfalls die Abhängigkeit des Wachstums der Stengel von den Verunreinigungen der Luft berücksichtigt wurde[2]). Die Autoren — MOLISCH und KÖRNICKE — fanden aber, daß die Laboratoriumsluft einen ganz anderen Einfluß auf die tropistischen Eigenschaften der Stengel ausübe, indem sie entgegengesetzte Veränderungen in der Reizbarkeit gegenüber der Schwerkraft und in der heliotropischen Empfindlichkeit verursacht: während der negative Geotropismus teilweise oder vollkommen gehemmt wird, soll im Gegenteil die heliotropische Empfindlichkeit äußerst gesteigert werden.

Im Jahre 1906 veröffentlichte OSWALD RICHTER eine ausführliche Untersuchung über den Einfluß der Verunreinigungen der Luft auf Heliotropismus und Geotropismus[3]). In dieser Arbeit

1) Über diese Versuche wurde von mir auf dem XI. Kongresse der Naturforscher u. Ärzte in St. Petersburg 1901 berichtet.

2) MOLISCH, H., Über Heliotropismus im Bakterienlichte. Sitzungsb. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien. Bd. 111, Abt. I, 141. 1902.

RICHTER, OSWALD, Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. XXI. 180. 1903.

MOLISCH, H., Leuchtende Pflanzen. Jena 1904.

MOLISCH, H., Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. Ber. d. D. Bot. Ges. XXIII, 1. 1905.

KÖRNICKE, M., Weitere Untersuchungen üb. d. Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanzen. Ber. d. D. Bot. Ges. XXIII, 324. 1905.

3) RICHTER, OSWALD, Über den Einfluß verunreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien. Bd. CXV, Abt. I, 265. 1906.

kommt er zu demselben Schlusse wie MOLISCH, d. h. daß in der Laboratoriumsluft der Geotropismus geschwächt, die heliotropische Empfindlichkeit gesteigert wird. Tatsächlich krümmten sich in seinen in der Laboratoriumsluft angestellten Versuchen die Wickenkeimlinge unter rechtem Winkel entgegen der Lichtquelle, obwohl letztere so schwach war, daß auf ebensolche, aber in reiner Luft befindliche Keimlinge sie fast keine Wirkung ausübte. Versuche über die Wirkung der Laboratoriumsluft auf den Geotropismus waren folgendermaßen angestellt. In dem Glashause vertikal aufwärts gewachsene ganz junge Keimlinge der Wicke wurden in der Laboratoriumsluft teilweise vertikal, teilweise horizontal gestellt. Nach Verlauf einer gewissen Zeit erschienen alle gekrümmt. Die vertikal gestellten hatten sich nach verschiedenen Richtungen gekrümmt (unter welchen Winkeln ist nicht angegeben). Unter den horizontal gestellten[1]) hatten einige Krümmungen nach oben, unter verschiedenen Winkeln (von 5 ° bis 90 °) gebildet, andere dagegen fuhren fort, in horizontaler Richtung zu wachsen. Die Bildung der nach oben konkaven Krümmungen hält der genannte Forscher für die Äußerung des (geschwächten) negativen Geotropismus, während diejenigen Krümmungen, welche an vertikal gestellten Stengeln gebildet waren, als durch autonome Nutation veranlaßt angesehen werden.

Die Versuche von MOLISCH, KÖRNICKE und O. RICHTER haben in mir keinen Zweifel an der Richtigkeit meiner Ansicht erweckt. Wenn deren Resultate so ausfielen, daß die hier stattfindende Verwandlung des negativen Geotropismus in den transversalen für die Hemmung der geotropischen und Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit nicht ohne Grund gehalten werden konnte, so ist dafür die Versuchsanordnung verantwortlich zu machen. Später wurde dies von mir auf experimentellem Wege bewiesen[2]). Damals aber habe ich es vorgezogen, die unter dem Einflusse des Äthylens vor sich gehende Veränderung der geotropischen Eigenschaften vorläufig eingehender zu untersuchen, obwohl es mir klar war, auf welche Weise die Irrtümlichkeit der Schlüsse der genannten Forscher zu erweisen sei.

Meine früheren Versuche über den Geotropismus in der Laboratoriumsluft sind ganz kurz in dem „Tageblatt" des XI. Kongresses der Naturforscher und Ärzte zu St. Petersburg in russischer

1) Mit der Hinterseite aufwärts, nach der Photographie zu urteilen.

2) Die Ergebnisse der betreffenden Versuche wurden der Bot. Sektion d. St. Petersb. Naturforsch.-Gesellsch. am 24. März 1910 vorgelegt. Sie werden in einem bald erscheinenden Aufsatze veröffentlicht werden.

Sprache mitgeteilt und ich halte es deshalb für notwendig, ihrer hier zu erwähnen.

Für die Voraussetzung, daß die Erbsenstengel unter dem Einflusse der Laboratoriumsluft transversal geotropisch werden, sprach schon der Umstand, daß sie in derselben sich nur insoweit krümmten, bis sie die horizontale Lage erreichten und dieselbe bis zum Ende des Versuches, welcher 6—7 Tage dauerte, hartnäckig behielten. Ferner zeigten die Vorversuche, daß die vertikal in reiner Luft aufgewachsenen Stengel, in die horizontale Lage in der Laboratoriumsluft versetzt, in dieser Richtung weiterwuchsen; diejenigen Stengel dagegen, welche lange Zeit in der Laboratoriumsluft horizontal wuchsen und darauf vertikal gestellt wurden, krümmten ihre Spitze, bis sie wieder die horizontale Lage erreichten.

Die Methode der weiteren Versuche sei hier kurz erwähnt. Da der Gehalt der Laboratoriumsluft an Leuchtgas unbekannt ist und auch nicht bestimmt werden kann, dabei auch variiert, habe ich vorgezogen, die Laboratoriumsluft durch ein bestimmtes Gemenge der reinen Luft und des Äthylens zu ersetzen. Die Pflanzen wurden unter Glasglocken vor der Laboratoriumsluft geschützt[1]), dagegen mit reiner Luft versorgt, welche in einigen Versuchen von Zeit zu Zeit, in anderen aber beständig durchgeblasen wurde. Nach einer gewissen Zeit wurde die Durchlüftung sistiert und in die Glasglocken minimale, aber genau abgemessene Mengen von Äthylen eingeführt[2]).

Um darüber zu urteilen, ob in der Richtung der beobachteten Krümmungen der Geotropismus eine Rolle spielt, ist es natürlich sehr wünschenswert, den Verlauf des Wuchses der Stengel am Klinostaten festzustellen. In den zu diesem Zwecke angestellten Versuchen wurden immer zwei parallele Kulturen verwendet, von denen eine unbeweglich in vertikaler Lage verharrte, die andere am Klinostaten in Rotation versetzt wurde, wobei alle übrigen Bedingungen ganz gleich waren. Es wurden folgende Resultate erhalten: die aufrecht in reiner Luft aufgewachsenen Stengel bilden, der Wirkung einer äußerst kleinen Menge von Äthylen (0,005 ccm in Glasglocken von 2 bis 3 Litern) ausgesetzt, an ihrer Spitze Krümmungen bis zur Erreichung der horizontalen Lage; dann wachsen sie lange Zeit in dieser Lage weiter; wenn man aber ebensolche Keimlinge der Einwirkung des Äthylens aussetzt,

1) In jedem Versuche wurde wiederholt geprüft, ob die Pflanzen unter den Glasglocken luftdicht abgesperrt waren.

2) Die kurzwierige Durchlüftung und Einführung des Äthylens wurde meistens täglich vorgenommen.

nachdem sie auf dem Klinostaten dessen horizontaler Drehungsachse parallel gestellt und in langsame Rotation gebracht wurden, so bleiben die Krümmungen aus, obgleich in allem übrigen die Wirkung des Äthylens sich äußert.

Es wurden mehrere solcher Versuche angestellt, und in allen wuchsen die Stengel in der früheren Richtung, ohne Krümmungen zu erzeugen. Die Pflanzen wurden gewöhnlich dann zu Versuchen gebraucht, wenn schon zwei oder drei Stengelglieder, von den Kotyledonen gerechnet, ausgebildet waren.

Die Versuche, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe, zeigen, wie mir scheint, vollkommen überzeugend, daß wir hier die geotropische Stimmungsänderung vor uns haben, da die Resultate dieser Versuche nur von diesem Standpunkte aus begriffen werden können. Zu ihrer Ausführung veranlaßten die Betrachtungen über das Verhalten der vertikal gestellten Stengel zu der Schwerkraftwirkung, welches infolge der Stimmungsänderung unter dem Einflusse des Äthylens entstehen muß.

Nach WIESNERs Meinung sollten alle an Erbsen und Wicken im Dunkeln beobachteten (angeblich spontanen) Krümmungen, inklusiv die Krümmung, welche das wachsende Ende des Stengels in die horizontale Lage stellt, durch undulierende Nutation verursacht sein und mit dieser in einer und derselben vertikalen Ebene stattfinden. Das ist aber bei weitem nicht immer der Fall. Die in reiner Luft vertikal emporgeschossenen Keimlinge krümmen sich, der Wirkung des Leuchtgases oder des Äthylens ausgesetzt, nicht nur in der Mediane, in welcher die undulierende Nutation stattfindet, sondern auch in anderen Richtungen, obwohl die meisten Krümmungen in der Tat in dieser Ebene entstehen (und zwar nach der Hinterseite), aber es gibt auch solche, die nach der Vorderseite oder nach einer der Flanken gerichtet sind. Wodurch wird aber die Richtung der Krümmungen bedingt? Sollte ihre Bildung als eine spontane Nutation gedeutet werden, so müßte man erwarten, daß ihre Richtung hinsichtlich der Mediane eine konstante sei oder wenigstens durch die morphologischen Eigenschaften des Keimlings im gegebenen Moment bedingt werde. Würden aber die Krümmungen als Folgen des geotropischen Stimmungswechsels, d. h. der Verwandlung des negativen Geotropismus in den transversalen, ihren Grund haben, so konnte man erwarten, daß sie nach allen Richtungen sich krümmen würden.

In streng vertikaler Lage befindet sich ein radiäres transversal geotropisches Organ in dem labilen Gleichgewichte und sollte dabei keine Krümmungen vollführen, weil alle Krümmungs-

richtungen für dasselbe gleichwertig sind. Wird es aber von der vertikalen Lage nur ein wenig abgelenkt, so wird die obere Seite (welche zu der durch die Basis gehende Vertikale gewendet ist) zum stärkeren Wachstum angeregt; deshalb entsteht eine Krümmung nach der Seite, wohin das betreffende Organ geneigt war: in diesem Falle ist ihm aus der unendlich großen Zahl von den in der horizontalen Ebene eingeschlossenen Gleichgewichtslagen nur diese einzige geboten. Meiner Meinung nach verhalten sich die Stengel von Erbsen, Wicken und anderen ihnen in dieser Hinsicht ähnlichen Pflanzen unter dem Einflusse des Äthylens, wie radiäre transversal geotropische Organe; deshalb müssen sie sich, aus der vertikalen Lage nur um einen kleinen Winkel abgelenkt, in dieser Richtung krümmen, unabhängig davon, welche Seite nach oben gewendet sei. Daraus ergibt sich die Versuchsanordnung. Es wurden drei Kulturen von Keimlingen in reiner Luft unter Glasglocken vorbereitet. Die Samen wurden so in den Boden gepflanzt, daß ihre Medianebenen zueinander parallel gerichtet waren. Nachdem die Keimlinge ihr zweites Internodium entwickelt hatten, wurde in alle 3 Glasglocken Äthylen (zu 0,0025 ccm in jeder derselben) eingeführt und die Keimlinge mit ihren Glasglocken etwa um 20 ° nach verschiedenen Seiten geneigt: die einen nach der Rückenseite, die anderen nach vorn, die dritten nach einer der Flanken; dabei wurde jede der Kulturen in einer anderen vertikalen Ebene geneigt als die ihr zunächst stehende. Tags darauf erschienen alle Keimlinge nach derjenigen Seite gekrümmt, nach welcher die Kultur geneigt war, unabhängig von der Lage der Mediane. Das erhaltene Resultat beweist also, daß nicht die Struktur des Stengels die Richtung der Krümmungen bedingt: nur die Lage des Keimlings in bezug auf die Schwerkraftrichtung erwies sich hier maßgebend. Dieser Versuch wurde mehrere Mal mit demselben Resultat wiederholt[1]). Es versteht sich von selbst, daß es unmöglich war, diese Krümmungen des oberen Teiles der Stengel für passiv zu halten, da die Stengel sehr turgeszent waren. Außerdem bilden sich diese Krümmungen unter dem Einflusse des Äthylens auch an mit Sand verschütteten Pflanzen, die, um eine Krümmung zu bilden, einen großen Widerstand zu überwinden gezwungen waren.

In den früheren Versuchen über den Einfluß der Laboratoriumsluft, des Leuchtgases und des Äthylens waren die die Keim-

1) Späterhin wurde in allen Fällen, wo es wünschenswert war, Krümmungen in einer bestimmten Richtung zu erhalten, die Ablenkung der Stengel angewandt und immer mit Erfolg.

linge enthaltenden Glasglocken vertikal gestellt. Die Stengel der Erbsen und der anderen erwähnten Pflanzen wachsen fast nie streng vertikal; gewöhnlich erscheinen sie von der Vertikale etwas abgelenkt, und außerdem erscheint der obere Teil des Stengels infolge der undulierenden Nutation etwas nach der Rückenseite gebeugt. Deshalb muß unter gewöhnlichen Umständen unter dem Einfluß des Äthylens oder der Laboratoriumsluft die Krümmung in derjenigen Richtung stattfinden, wohin die Keimlinge zufälligerweise von der Vertikale abgelenkt wurden; diejenigen dagegen, welche streng vertikal gewachsen waren, müssen nach der Rückenseite sich krümmen.

Bei der Durchsicht der photographischen Aufnahmen meiner früheren Versuche überzeugte ich mich, daß dies wirklich der Fall war.

Die oben angeführten Versuche und Betrachtungen bewogen mich zu vermuten, daß unter dem Einflusse des Äthylens der gewöhnlich den Stengeln innewohnende negative Geotropismus in den transversalen übergeht. Darüber habe ich auf dem XI. Kongresse der russischen Naturforscher und Ärzte eine Mitteilung gemacht.

Die neuen von mir angestellten Versuche hatten den Zweck, erstens zu untersuchen, ob die Größe der ersten Krümmung, die sich bildet, wenn das Äthylen erst anfängt zu wirken, durch die Größe der ursprünglichen Neigung des Stengels bestimmt wird, und zweitens die geotropischen Eigenschaften der Keimlinge, welche mehr oder weniger lange Zeit in der Äthylen enthaltenden Luft verweilt haben, festzustellen.

Zur Lösung der ersten Frage wurden folgende Versuche angestellt. Keimlinge, welche sich in der reinen Luft befanden und deshalb vertikal aufwärts gewachsen waren, wurden dem Einflusse des Äthylens ausgesetzt und in verschiedenen Lagen zur Schwerkraftrichtung gestellt: ein Teil der Keimlinge wurde nach oben (vertikal, unter etwa 22 ½ °, 45 ° und 62 ½ °) gerichtet, der andere unter denselben Winkeln nach unten. Die Pflanzen wurden unbeweglich in den Glasglocken fixiert und mit denselben in die erwähnten Lagen gestellt. Einige Zeit nachher erschienen die Stengel unter ungleichen Winkeln dem Grade ihrer Ablenkung von der Vertikale entsprechend gekrümmt; mittels dieser Krümmungen waren die oberen Enden der Stengel (früher oder später, alle aber nach zwei Tagen) in die horizontale Lage gebracht und wuchsen dann in wagerechter Richtung weiter. Die Kontrollpflanzen, denen die horizontale Lage von Anfang des Versuches an gegeben

worden war, bildeten keine Krümmungen. Beim Wiederholen der Versuche habe ich dasselbe Resultat erhalten. Aus diesen sowie aus früheren Versuchen folgt also, daß die erste Krümmung nicht als durch die autonome Nutation verursacht gedeutet werden kann: sie erreichte immer diejenige Größe, die nötig war, um den oberen Teil des Stengels horizontal zu stellen; wird aber der Stengel von Anfang des Versuches an, d. h. von der Zeit an, als er der Wirkung des Äthylens ausgesetzt wird, horizontal gestellt, so bleibt die Krümmung aus; es ist also die Krümmungsbildung nur durch das Bestreben des Stengels, sich wagerecht zu richten, bedingt.

Alle bisher beschriebenen Versuche behandeln den Einfluß des Gases auf die Keimlinge in den ersten Momenten seiner Wirkung. Welche Art geotropischer Eigenschaften besitzen aber die Keimlinge, welche längere Zeit der Wirkung des Äthylens ausgesetzt waren? Es ist leicht, sich zu überzeugen, daß bei diesen Keimlingen die Gleichgewichtslage in der horizontalen Richtung liegt. Werden die der Wirkung des Äthylens ausgesetzten Keimlinge in die horizontale Lage gebracht, gleichgültig, ob sie mit der Hinter- oder Vorderseite oder mit einer der Flanken nach oben gewendet werden, so fahren sie fort, lange Zeit in dieser Richtung zu wachsen, ohne sich nach oben zu krümmen. So wuchsen z. B. in einem der Versuche (in 4 Kulturen) die mit verschiedenen Seiten nach oben gewendeten Keimlinge während einer Woche in horizontaler Richtung, ohne sich aufwärts zu krümmen, während andere, als Kontrollpflanzen vertikal gestellt, am folgenden Tage schon eine Krümmung von 90° bildeten und nun bis zum Ende des Versuchs in horizontaler Richtung fortwuchsen. Dasselbe Resultat wurde beim Wiederholen dieser Versuche erhalten.

Sollte die Schwerkraft nicht nur die Bildung der ersten Krümmung, sondern auch die fernere Wachstumsrichtung des Stengels (infolge des von ihnen erworbenen transversalen Geotropismus) bedingen, so war zu erwarten, daß in den Keimlingen die neue Art der geotropischen Empfindlichkeit sich darin kundgeben wird, daß die aus der horizontalen Lage vertikal gestellten Keimlinge in die horizontale wieder zurückkehren werden. Es wurden die Keimlinge, die unter dem Einfluß des Äthylens schon während mehrerer Tage die horizontale Lage behielten, vertikal gestellt. Damit alle übrigen Bedingungen konstant blieben, wurde die Änderung in der Lage der Keimlinge ungefähr 20 Stunden nach der letzten Einführung des Äthylens in die Glasglocken vorgenommen, worauf das Gas nicht mehr eingeführt wurde. Das Resultat war in allen Versuchen übereinstimmend: die Stengel bildeten am fol-

genden Tage Krümmungen, welche den oberen Teil des Stengels in die horizontale Lage brachten.

Weitere Versuche zeigten, daß diese Stengel ihren geotropischen Eigenschaften entsprechend nicht nur aus den vertikalen, sondern auch aus jeder anderen Lage in die horizontale zurückkehren. So wurden in einem dieser Versuche die unter dem Einflusse des Äthylens horizontal wachsenden Stengel unter verschiedenen Winkeln zur Schwerkraftrichtung gestellt: 1. senkrecht aufwärts, 2. unter dem Winkel von 45 ° nach oben, 3. unter dem gleichen Winkel nach unten und 4. senkrecht invers, die Kontrollexemplare in horizontaler Lage gelassen. Tags darauf waren alle Stengel, außer den unter 45 ° abwärts gerichteten, wieder in die horizontale Lage durch eine Krümmung übergeführt, etwas später entstanden aber auch an letzteren Krümmungen, die das obere Ende horizontal stellten.

Bemerkenswert ist, daß in diesen Versuchen, wie auch in den ihnen analogen, das Verhalten der Pflanzen gleich nach dem Einführen des Äthylens betreffenden, Versuchen diejenigen Stengel, welche schief nach unten gerichtet waren (wie auch die vertikal invers gestellten), sich viel langsamer krümmten als diejenigen, welche unter demselben Winkel aufwärts gerichtet waren. Somit zeigten die unter der Wirkung des Äthylens transversal geotropisch gewordenen Stengel ein mit den übrigen, im normalen Zustande transversal geotropischen Organen, den Rhizomen, den Seitenwurzeln, den kriechenden Stengeln gemeinsames charakteristisches Verhalten.

CZAPEK[1]) hat nachgewiesen, daß die Seitenwurzeln, aus ihrer Gleichgewichtslage nach unten abgelenkt, um eine Stunde später sich zu krümmen beginnen, als wenn sie um einen ebenso großen Winkel aufwärts gerichtet waren. Das gleiche wurde auch an den Rhizomen beobachtet, mit dem Unterschiede nur, daß dieselben viel langsamer reagierten[2]). Auf ähnliche Weise ungleich reagieren auch die oberirdisch kriechenden Stengel[3]) auf die Induktion in den verschiedenen korrespondierenden Lagen: bei ihnen äußert sich der Unterschied aber darin, daß die nach unten gerichteten nicht voll-

1) CZAPEK, Fr., Üb. d. Richtungsursachen d. Seitenwurzeln und einig. and. plagiotr. Pflanzenteile. Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien. Bd. 104, Abt. I, S. 1213.

2) l. c., S. 1231.

3) MAIGE, A., Recherches biologiques sur les plantes rampantes. Ann. des Sc. nat. 8e Série. T. XI, 1900, p. 339.

kommen in die horizontale Lage zurückkehren, während die nach oben gerichteten ganz horizontal werden.

Die dem Einflusse des Äthylens ausgesetzten Stengel reagieren also in allen Fällen, wo ihre geotropischen Eigenschaften sich offenbaren können, als transversal geotropische Organe. Es genügt aber, in die Glasglocken reine Luft einzuführen, um den negativen Geotropismus wieder herzustellen: es erfolgt eine scharfe Krümmung unter rechtem Winkel nach oben. Diese rückgängige Stimmungsänderung geschieht sehr schnell: bei *Tropaeolum* bemerkt man manchmal nach der Einführung von reiner Luft schon nach 3 Stunden, bei Erbsen nach 4 Stunden eine ganz deutliche Krümmung.

Der Annahme des transversalen Geotropismus, in den der Wirkung des Äthylens ausgesetzten Stengeln, scheinen die oben erwähnten Versuche von O. RICHTER zu widersprechen. In seinen Versuchen bildeten einige von den in der Laboratoriumsluft horizontal gestellten Stengel eine Krümmung nach oben, so daß es scheinen konnte, daß sie negativ geotropisch waren. Wie ist das Auftreten solcher Krümmungen zu erklären? Da in diesen Versuchen von O. RICHTER manche Umstände, die von Wichtigkeit für die Erklärung der Resultate sind, unberücksichtigt geblieben und daher nicht erwähnt sind, so kann nur eine mutmaßliche Erklärung gegeben werden. Mir scheint es, daß vor allem hier der Gehalt der Luft an Äthylen (resp. an Leuchtgas) zu berücksichtigen ist. Die Kulturen in der Luft mit verschiedenem Gehalt an Äthylen (oder Leuchtgas) haben ergeben, daß je nach der Höhe dieses Gehaltes folgende Abstufungen in der Wirkung des Äthylens beobachtet werden: 1. die Keimlinge sterben ab, 2. die Keimlinge bleiben am Leben, ihr Wachstum aber ist fast eingestellt, wobei sie stark anschwellen, 3. sie wachsen langsam, sind verdickt und werden transversal geotropisch, 4. sie wachsen schneller, sind kaum verdickt und transversal geotropisch, 5. sie sind den vorhergehenden gleich, aber nicht horizontal, sondern schräg nach oben gerichtet, 6. sie sind vertikal aufwärts gerichtet, ihr Wachstum ist aber noch immer sehr schwach: sie wachsen etwa zweimal langsamer als in reiner Luft. Es ist nun denkbar, daß bei den Untersuchungen von O. RICHTER während der Experimente über den Geotropismus die Laboratoriumsluft viel weniger Leuchtgas enthielt als während der Versuche über den Heliotropismus, weil zu dieser Zeit das Leuchtgas in dem Versuchsraume nicht brannte und also nicht durch die Kautschukröhren in die Laboratoriumsluft diffundieren konnte (durch Kautschukröhren dringt der größte Teil des Gases in die

Laboratoriumsluft); möglicherweise genügte der Gehalt der Luft an Leuchtgas nur dazu, um bei vielen Keimlingen eine nach oben schräge Richtung zu verursachen. Nicht alle Stengel nahmen die gleiche Richtung an, weil die Keimlinge je nach ihrem Zustande sich ungleich zu der Einwirkung des Äthylens verhalten; die kräftigeren sind seinem schädlichen Einfluß gegenüber widerstandsfähiger als die schwächeren oder krankhaften.

Als meine Versuche schon abgeschlossen waren und deren Resultate in der XII. Versammlung russischer Naturforscher und Ärzte vorgelegt waren, erschien eine Arbeit, in welcher unter anderem der Einfluß der Laboratoriumsluft auf die geotropische Perzeptions- und Reaktionsfähigkeit behandelt wird[1]). Deren Verfasser kam zu dem Schlusse, daß „bei *Vicia sativa* die geotropische Reaktionsfähigkeit, wenigstens bei kurzem Aufenthalte in unreiner Luft, nicht alteriert wird, wogegen die geotropische Empfindlichkeit in diesem Medium alsbald erlischt".

Auf das Erlöschen der geotropischen Empfindlichkeit wird daraus geschlossen, daß die Keimlinge, nachdem sie während 1 bis 2 Stunden in der Laboratoriumsluft verweilt hatten, darauf in derselben auf eine halbe Stunde horizontal und endlich in dem Gewächshause wieder vertikal gestellt waren, keine Nachwirkungskrümmungen zeigten, während nach einer halbstündigen Induktion in reiner Luft die Bildung der Krümmungen schon nach 35 Minuten begann. Aus dem erhaltenen Resultate folgt nur, daß die Stengel der Wicke nicht die gewöhnlich den parallelotropen Organen eigentümliche geotropische Empfindlichkeit zeigten; diese Versuche beweisen aber nicht den Verlust jeglicher Empfindlichkeit für die geotropische Reizung: im Verlaufe der Stunde, die die Pflanzen in der Laboratoriumsluft verweilten, konnte die Umstimmung stattgefunden haben und also die Stengel transversal geotropisch geworden sein; daher mußten die horizontal gelegten Stengel auch keinen geotropischen Reiz empfangen haben. Einige meiner Versuche sprechen dafür, daß die von dem Verfasser angegebene Zeit des Verbleibens in der Laboratoriumsluft vollkommen zum Erlangen der Eigenschaften eines transversal geotropischen Organs genügt. Es hat also der Verfasser nicht den Verlust der geotropischen Empfindlichkeit, sondern die geotropische Stimmungsänderung beobachtet.

---

1) Guttenberg, Hermann Ritter von, Üb. d. Zusammenwirken von Geotropismus und Heliotropismus und d. tropist. Empfindlichkeit in reiner u. unreiner Luft. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 47, 1910, S. 462.

Um die Frage zu lösen, ob die Reaktionsfähigkeit, ungeachtet des Einflusses der Laboratoriumsluft, erhalten bleibe, hat GUTTENBERG folgenden Versuch ausgeführt: die in reiner Luft horizontal gelegten und eine halbe Stunde lang gereizten Keimlinge wurden ins Laboratorium übertragen und vertikal gestellt; nach 40 Minuten war eine ebenso starke Nachwirkung in Form einer ausgiebigen Krümmung zu konstatieren wie an jenen Pflanzen, die durch gleiche Zeit im Gewächshause gereizt und ebenda vertikal gestellt worden waren. Auch meiner Ansicht nach unterliegt es keinem Zweifel, daß Keimlinge in der Laboratoriumsluft auf geotropischen Reiz zu reagieren vermögen; das beweisen alle meine Versuche — aber in betreff des transversalen Geotropismus. Hat ein Organ die Fähigkeit, geotropische Krümmungen auszuführen, so sollte man denken, daß auch die Fähigkeit zur Nachwirkung sogar infolge einer unter anderen Verhältnissen erhaltenen Induktion bestehen bliebe. Das von GUTTENBERG erhaltene Resultat spricht zugunsten dieser Voraussetzung, beweist aber nicht, daß die Laboratoriumsluft keinen Einfluß auf die Reaktion der in reiner Luft induzierten Stengel ausübt: sie werden transversal-geotropisch und streben von selbst, eine horizontale Lage anzunehmen, deshalb werden sie, wenn man sie nach der Induktion vertikal in der Laboratoriumsluft gestellt hat, seitens des transversalen Geotropismus in diesem Streben unterstützt, während in reiner Luft der negative Geotropismus der Krümmungsbildung entgegenwirkt. Die kurze Dauer des Verweilens in der Laboratoriumsluft hat in diesem Falle keinen entscheidenden Einfluß; so bildeten in einem anderen Versuche die nur eine halbe Stunde in der Laboratoriumsluft gehaltenen und darauf ins Gewächshaus gebrachten Stengel fast keine Krümmungen; sie hatten also während dieser Zeit schon neue geotropische Eigenschaften sich angeeignet. Es ist also möglich, daß die von GUTTENBERG als Nachwirkung gedeutete Krümmung in Wirklichkeit als Resultat der Zusammenwirkung der vorhergehenden Induktion in reiner Luft und des transversalen Geotropismus angesehen werden muß. Übrigens sind die Versuche nicht genügend ausführlich beschrieben, um ihnen eine zweifellose Deutung geben zu können.

Die Ergebnisse der hier beschriebenen Versuche lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die in reiner Luft gewachsenen Erbsenkeimlinge bilden, der Laboratoriumsluft ausgesetzt, Krümmungen, und es wachsen dann die dadurch in horizontale Lage gebrachten oberen Teile der

Stengel in der Laboratoriumsluft unbegrenzt lange Zeit in dieser Richtung[1]) weiter.

2. Werden die in reiner Luft erwachsenen Stengel in der Laboratoriumsluft horizontal gestellt, so behalten sie diese Lage und wachsen, ohne Krümmungen aufwärts zu bilden, in dieser Richtung fort.

3. Die oberen Teile der Stengel, die eine horizontale Lage in der Laboratoriumsluft angenommen haben, darauf aber vertikal gestellt werden, bilden eine Krümmung und kehren in die horizontale Lage zurück.

4. Stengel, die auf dem Klinostaten parallel dessen horizontaler Achse befestigt rotieren, bilden unter dem Einflusse des Äthylens (welches die Wirkung der Laboratoriumsluft bedingt) keine Krümmungen.

5. Unter dem Einflusse des Äthylens bilden die Stengel, wenn sie etwas von der vertikalen Richtung abgelenkt werden, gleich den radiären transversal geotropischen Organen eine Krümmung nach derjenigen Seite, nach welcher sie abgelenkt wurden.

6. Werden die vertikal in reiner Luft gewachsenen Stengel unter verschiedenen Winkeln zur Schwerkraftrichtung nach oben und nach unten gestellt und der Wirkung des Äthylens ausgesetzt, so bilden sie alle Krümmungen und nehmen eine horizontale Lage ein.

7. Der Wirkung des Äthylens ausgesetzte und horizontal gestellte Stengel fahren fort, horizontal zu wachsen, unabhängig davon, mit welcher Seite sie nach oben gewendet sind.

8. Die horizontal in der Äthylen enthaltenden Luft lange Zeit wachsenden Stengel bilden, in die vertikale Lage übergeführt, Krümmungen und kehren in die horizontale Lage zurück.

9. Gleichfalls kehren solche Stengel, wenn sie unter verschiedenen Winkeln zur Schwerkraftrichtung gestellt waren, in die horizontale Lage zurück.

10. Dabei nehmen die Stengel, welche abwärts (schief oder senkrecht) gerichtet waren, die horizontale Lage langsamer an als die entsprechend aufwärts gerichteten.

11. Stengel, die in der Äthylen enthaltenden Luft horizontal gewachsen waren und in dieser Lage in reine Luft gebracht wurden,

---

1) Das gleiche Verhalten gegenüber der Laboratoriumsluft (und des Äthylens) zeigen die Stengel der Wicke (*Vicia sativa*), *Ervum Lens*, *Lathyrus odorata* und *Tropaeolum*.

krümmen sich bald (unter rechtem Winkel) und stellen ihren oberen Teil vertikal.

Die angeführten Resultate der Versuche erlauben, wie mir scheint, zu behaupten, daß die Veränderungen in der Zusammensetzung der umgebenden Luft eine geotropische Stimmungsänderung hervorrufen: unter dem Einflusse äußerst geringer Mengen des Äthylens (oder des Acetylens) werden die Stengel transversal geotropisch; werden sie darauf in reine Luft übergeführt, so wird der negative Geotropismus wieder hergestellt.

Der k. Akademie d. Wiss. zu St. Petersburg vorgelegt den 27. Oktober 1910.

15. A. Pascher: Cyrtophora, eine neue tentakeltragende Chrysomonade aus Franzensbad und ihre Verwandten.

(Aus dem botanischen Institute der deutschen Universität zu Prag).

(Eingegangen am 14. März 1911.)

(Mit Tafel VI und einer Abbildung im Text.)

Im Jahre 1887 beschrieb der russische Botaniker WYSSOTZKY aus den Salzseen Südrußlands einen merkwürdigen gelbbraunen Flagellaten, der auf einem kontraktilen Stile festsitzend, am Vorderende des Protoplasten eine Anzahl merkwürdiger Fangborsten ausgebildet hatte. Dieser Fund blieb seither vereinzelt — und die *Pedinella hexacostata* WYSSOTZKYs wurde, die Beschreibung ist russisch, die Abbildungen ziemlich unklar — förmlich legendär: nie wieder wurde diese Monade gefunden.

Während meines bisherigen Aufenthaltes in Franzensbad, während welches die von der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen in liberalster Weise unterstützten Algen- und Flagellatenstudien fortgesetzt wurden, fand sich unter dem reichen Flagellatenmateriale ein Organismus, der mannigfache Beziehungen zu WYSSOTZKYs *Pedinella* erkennen ließ.

Die Resultate der näheren Untersuchungen, die im vorzüglich eingerichteten städtischen Laboratorium durchgeführt wurden, seien im Folgenden wiedergegeben.

Die Monade fand sich in einer Algenwatte, bestehend aus *Mikrospora* und *Oedogonium*, die aus einem kleinen Graben im Parke

der Neuquelle gesammelt wurde. Hier trat sie ziemlich häufig auf, litt aber in der versuchten Kultur sehr und ging bald zugrunde.

Der Organismus war mit dünnem, langem, kontraktilem Stile an den Algen befestigt, besaß einen verkehrt pyramidenförmigen, vorn abgeflachten Protoplasten, dessen Vorderrand mit einer Reihe tentakelartiger Pseudopodien besetzt war und erinnerte einerseits durch den Tentakelbesatz, andererseits durch sein plötzliches Zurückschnellen lebhaft an andere Protisten, wie *Pteridomona* oder an die Ciliate *Vorticella* (vgl. Tafel VI, Fig. 1, 9).

Der kontraktile Stiel zeigte nicht homogene Struktur, sondern bestand deutlich aus einer peripheren hyalinen und einer zentralen, mehr lichtbrechenden Substanz. — Es machte manchmal ganz den Eindruck, als wäre die periphere hyaline Substanz nichts anderes als der Periplast, die äußere Hautschicht des Protoplasten, die sich über der zentralen Achsensubstanz des Stiles hinab fortsetzte. Bei der Kontraktion kam es nie zu spiraligen Wirkungen, sondern es entstanden immer knopfartige Verdickungen. Diese Verdickungen wurden nur von der Zentralsubstanz gebildet, die periphere Schicht zeigte nie eine Verdickung, doch auch nie eine Verdünnung an dieser Stelle. — Diese Verdickungen bildeten sich nur an der Basis der Protoplasten; es sah aus, als schmölze die zentrale Substanz förmlich in den Protoplasten hinein (Tafel VI, Fig. 4, 15, 16).

Die Kontraktion erfolgte ganz plötzlich, ruckweise und rasch, nie sukzessiv. Die Kontraktion erfolgte immer in derselben Stärke, der Protoplast schnellte immer um dasselbe Stück zurück.

Der Protoplast, der ohne besonderen Ansatz direkt in den Stiel überging, war verkehrt, dreikantig pyramidenförmig, fast tetraedrisch (Tafel VI, Fig. 1, 7 usw.), sah den Schwärmern von *Hydrurus* nicht unähnlich, besaß aber ungemein stumpfe Kanten. Die Metabolie war nur sehr gering; wenn sie auftrat, geschah sie rasch und ruckweise. Der Periplast war nicht scharf abgegrenzt, manchmal erschien er nur als feines, gut differenziertes Häutchen, es war dies keineswegs immer zu bemerken, ging aber unmerklich in die scharf differenzierte Rindenpartie des Stieles über. An der Apikalfläche war nie eine Andeutung einer besonders differenzierten Haut zu sehen. Der einzige, stark muldenförmige Chromatophor zog sich in Form großer, oft geteilter Lappen längs der Seiten der Protoplasten empor. Die Zahl der Lappen schwankte (Tafel VI, Fig. 10, 11, 13), meist waren aber entsprechend den drei Seiten der Protoplasten drei vorhanden.

Die normal glänzendbraune Farbe ging nur selten ins schwach Rötliche oder ins Grünliche über. Der Farbenton hängt sicher auch teilweise ab von den in Wasser gelösten Substanzen. Der Kern, nicht sehr deutlich sichtbar, lagerte zumeist über einem im optischen Querschnitte nierenförmigen, sonst aber wohl napfförmigen Ballen, der den unteren Teil der Höhlung der Chromatophoren ausfüllte. Nahe der Apikalfläche, annähernd axial gelagert, befand sich die einzige mit Sicherheit nachweisbare kontraktile Vakuole.

Daß der Periplast der Apikalfläche eine viel schwächere Ausbildung hatte, wahrscheinlich aber teilweise ganz fehlte, erwähnte ich bereits. Diese Apikalfläche und ihre Randpartien waren nun in ständiger Bildung kleiner Pseudopodien begriffen, die nicht immer einzeln, sondern zu mehreren, oft ungemein reichlich gebildet wurden. Diese kleinen Pseudopodien wurden ungemein rasch gebildet und ebenso rasch wieder eingezogen, kurz, die Apikalfläche war in ständiger Bewegung begriffen, fortwährend wurden kleine Pseudopodien hervorgebrodelt. Typisch zentral war die einzige Geißel inseriert; bis zum Ende gleichmäßig dick zeigte sie bereits bei schwächerer Vergrößerung am Basalende im Periplasma eine glänzende, verdickte Stelle, den Blepharoplasten.

Die Bewegung der Geißel erfolgte relativ langsam, ein bedächtiges, langsames Schwingen, an dem die ganze Länge der Geißel beteiligt war. Infolge der Bewegung der Geißel schwang auch der übrige Teil des Organismus langsam mit.

Das Merkwürdigste an der Monade bildeten aber sicher die „Fangborsten", die vom Rande der Vorderfläche entsprangen und einen förmlichen Tentakelkranz bildeten. Ich will sie auch fernerhin als Tentakel bezeichnen.

Sechs, und in Einzelfällen 7—8 an der Zahl, zeigten sie eine dem Stile analoge Struktur: eine mehr lichtbrechende axiale Partie, die sich basal über den Tentakel hinaus fortsetzte und eine periphere mehr körnige Schicht. Der Achsenstab war nur basal deutlicher zu sehen, distal wurde er undeutlicher. Das periphere körnige Plasma verdichtete sich stellenweise knotenartig, bildete anderenorts nur einen dünnen Belag, kurz — war in sichtlicher strömender Bewegung begriffen, die sich auch an einzelnen Körnchen dieses Plasmas deutlich sehen ließ (Tafel VI, Fig. 2).

Die Tentakel, bei dreimal so lang wie der Protoplast ohne Stiel und so lang wie die Geißel, zeigten in ihrer Struktur große Ähnlichkeit mit den Axopodien der Radiolarien und Heliozoen. Bei diesen ist meist ein deutlich abgegrenzter, tief in den Proto-

plasten reichender Achsenstab vorhanden, der ebenfalls in ähnlicher Weise wie bei *Cyrtophora* vom Plasma umflossen wird. Die Differenzierung des Achsenstabes ist aber hier noch lange nicht so weit vorgeschritten, wie z. B. bei den usuell abgebildeten Axopodien von *Aktinosphaerium*. Eine scharfe Abgrenzung ist bei *Cyrtophora* noch nicht vorhanden, der Achsenstab geht rasch, doch nicht unvermittelt in das periphere Plasma über. Als entwicklungsgeschichtliches Mittelglied zwischen primitiven Pseudopodien und den echten Axopodien sind diese Tentakel von *Cyrtophora* jedenfalls von Interesse.

Die Tentakel sind einer deutlichen Verkürzung fähig, der Tentakel sinkt gleichsam in den Protoplasten ein, ein „völliges Einziehen" kam aber nie vor. Sie zeigten außerdem auch deutliches Bewegungsvermögen. Normal, ungereizt, bogen sie zunächst von ihrer Basis nach auswärts, um dann sachte in oft schön geschwungener Linie wieder nach vorn zusammenzuneigen. Dieses Zusammenneigen war ziemlich regelmäßig; zur Bildung einer regelmäßigen Reuse aber kam es meist nicht. Oft kreuzten sich die nicht fein zugespitzten, sondern meist stumpfen Enden in verschiedenster Weise, seltener waren sie wirr durcheinander gebogen. Jeder einzelne Tentakel konnte sich nun, ohne Zusammenhang mit den anderen, für sich in verschiedener Weise nach einwärts krümmen, so weit, daß die Spitze fast die Oberfläche des Protoplasten berührte, um sich dann wieder langsam in die ursprüngliche Lage zurückzubewegen. Nie fand eine schneckenförmige Einrollung statt, immer blieb es eine einfache bogige Krümmung. Die Bewegung war ungemein langsam. Oft war die eine Hälfte der Tentakel eingebogen, die andere fingerte inzwischen sonstwo, irgendwie gereizt herum.

Wurden die Tentakel heftig gereizt, z. B. durch plötzliche Erschütterungen, so bogen sie sich zunächst mit den Enden aneinander, zugleich erfolgte die ruckartige Kontraktion der Stiele, der Organismus schnellte zurück. Nur bei sehr starken Reizen bogen sich die Tentakel wirr durcheinander. Vor der Streckung des Stiles aber trat immer eine Entwirrung der Tentakel ein.

Inwieweit die Tentakel mit dem Nahrungsfange zu tun haben, kann ich nicht sicher angeben. Einige Male sah ich zwischen den zusammengezogenen Tentakeln grüne und blaue Ballen der Apikalfläche genähert, die dann von den zahlreichen kleinen Pseudopodien der Apikalflächen aufgenommen wurden. Ob diese Algen und Flagellaten, und nur um solche handelt es sich, zufällig zwischen

die Tentakel hineingeraten waren, oder ob sie mittels der Tentakel gefangen wurden, das konnte ich nicht mehr sehen. Verdaut wurden sie jedenfalls. Mit der Aufnahme fester Körperchen sind nur die zahlreichen, in raschem Wechsel gebildeten kleinen Pseudopodien beschäftigt, die eine Anzahl von Bakterien aufnahmen. Eine bestimmte Stelle der Defäkation läßt sich nicht feststellen, doch war diese auf die Apikalfläche beschränkt.

Entwicklungsgeschichtlich scheint auch der Stiel nichts anderes als ein derart metamorphosierter Tentakel zu sein: dafür sprechen dieselbe Struktur, sowie ferner vielleicht auch der Umstand, daß der Stiel bei der Kontraktion analog eingeschmolzen wird wie die Tentakel.

Vermehrung.

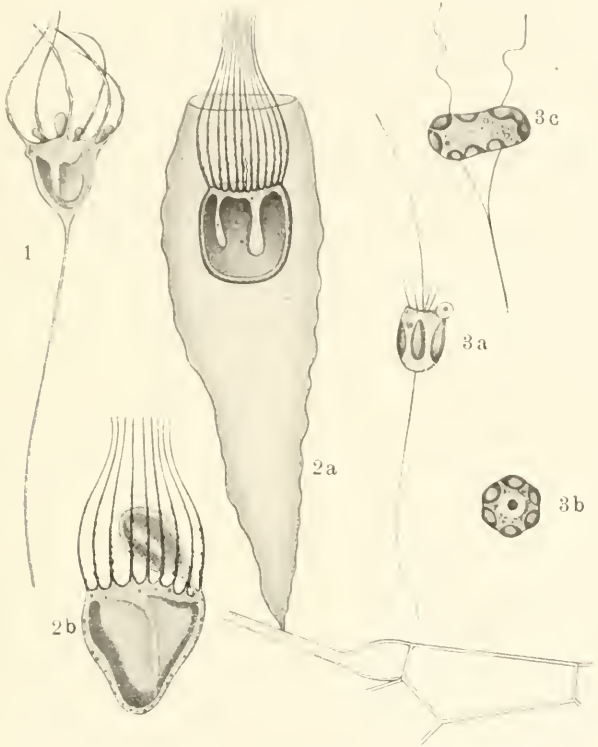
An den festsitzenden Formen — ein Anheftungsscheibchen ließ sich nicht feststellen — waren nie Teilungsstadien vorhanden. Ich bemerkte bereits, daß bei besonders starken Reizen die Kontraktion des Stieles besonders heftig war und unter Umständen eine Ablösung erfolgte. Die abgelöste Monade flottierte nun frei unter mäßig rascher Rotation umher, wobei der gelbbraune Chromatophor momentweise durch Lichtreflexe prachtvoll aufleuchtete. Bei dieser Rotation um die Längsachse wurde die Tentakel passiv durch den Widerstand des Mediums leicht in entgegengesetzter Richtung gedreht (Taf. VI, Fig. 7). Die Teilung scheint nun auf diesen beweglichen Zustand beschränkt zu sein. Die Loslösung scheint nicht immer auf besonders heftige Reize von außen her zu erfolgen. Nur bewegliche Stadien waren in Teilung begriffen. Den Beginn und das Ende des Teilungsvorganges sah ich nicht. Aber ich sah ziemlich viel Schwärmer, bei denen es bereits zu einer Spaltung des Chromatophoren, zu apikalen und basalen Einschnitten gekommen war, Schwärmer, bei denen bereits zwei Geißeln vorhanden, und Schwärmer, bei denen aus den Randpartien bereits neue Tentakel zu sprossen begannen, bei denen nur noch das periphere hyaline Plasma die Verbindung herstellte. Da ich derartiges nur an beweglichen Stadien sah, glaube ich, daß die Teilung auf diese beschränkt ist. Nie sah ich festsitzende Formen in ähnlicher Ausbildung (Tafel VI, Fig. 12).

Cysten oder Palmellastadien kamen mir nicht unter.

Verwandtschaftsverhältnisse.

Die neue Chrysomonade aus Franzensbad zeigt mannigfache Analogien und Beziehungen zu anderen, bereits länger bekannten, merkwürdigerweise ebenfalls nur immer einmal gefundenen Chry-

somonaden. — So beschreibt LAUTERBORN[1]) eine reusentragende Chrysomonade, die im Vorderende eines tütenartigen, festsitzenden Gehäuses lebt. Diese in einem kleinen Quellweiher des Pfälzer Waldes entdeckte Form: die *Palatinella* (siehe Textfigur Abb. 2), hat fast genau denselben Protoplastenbau, wie *Cyrtophora*: dieselbe vorn breitflächig abgestutzte Gestalt, der Vorderrand ebenfalls bedeckt



Textfigur, die Cyrtophoraceengattungen:

1. *Cyrtophora pedicellata* Pascher.

2. *Palatinella cyrtophora* Lauterborn, a) normales Individuum, b) Protoplast, in Sprossung begriffen (nach LAUTERBORN).

3. *Pedinella hexacostata* Wyssotzki, a) normales Individuum von der Seite, b) Protoplast von der Endfläche, c) Teilung (aus SENN).

mit zahlreichen (—20) Tentakeln, vor allem aber denselben Chromotophoren, ausgehöhlt muldenförmig, mit breiten vorgezogenen, großen wandständigen Lappen. Die Pseudotentakel von *Palatinella* ließen aber keine „Wellenbewegung" des peripheren

1) LAUTERBORN, Zool. Anzeiger, XXX, S. 423 (1906).

Plasmas erkennen, ebenso wie auch LAUTERBORN nicht die Differenzierung einer stärker lichtbrechenden, zentralen Achsenpartie fand. Bei *Cyrtophora* scheinen außerdem die einzelnen Tentakel einen größeren Grad von Beweglichkeit zu besitzen und liegen nicht so schön reusenartig nebeneinander. Die Geißel ist bei *Palatinella* kurz, viel kürzer als der Protoplast. Die Vermehrung geschieht durch Knospung innerhalb des Tentakelkranzes. Große Leukosinballen werden bei *Palatinella* nicht gebildet. Statt der vorderen kontraktilen Vaksolen finden sich bei *Palatinella* mehrere kleine äquatorial gelagerte. — Die Nahrungsaufnahme ist jedoch bei beiden Formen dieselbe.

Schon LAUTERBORN hat in seiner zitierten Abhandlung auf einen anderen Organismus hingewiesen, der morphologische Beziehungen zu seiner *Palatinella* zeigt. Im Jahre 1887 beschrieb WYSSOTZKI[1]) eine merkwürdige Chrysomonade, die *Pedinella hexacostata* (siehe Textfigur, Abbildung 3a, b, c). Diese Gattung hat mit *Cyrtophora* vor allem den kontraktilen, bei der Kontraktion sich ebenfalls knopfartig verdickenden Stil gemeinsam. Der Protoplast ist mehr sechskantig prismatisch, vorn ebenfalls abgestutzt und mit einer zentralen ungefähr dreimal so langen Geißel versehen. Auf der Vorderseite stehen ebenfalls mehrere Tentakel („Fangborsten"), sie sind aber recht kurz, viel kürzer als die Geißel und schließen noch nicht reusenartig aneinander. Die Nahrungsaufnahme ist nach den Abbildungen WYSSOTZKIs (die Arbeit ist russisch, außerdem nur schwer zu haben) ebenfalls dieselbe wie bei *Cyrtophora* und *Palatinella*. Der Kern ebenfalls zentral. Der Chromatophor von *Pedinella* sieht allerdings auf den ersten Blick etwas anders aus — 6 wandständige Platten. Ich kann mich aber des Verdachtes nicht erwehren, als ob auch hier ein einziger muldenförmiger Chromatophor vorhanden gewesen wäre wie bei *Cyrtophora* und *Palatinella*, ein Chromatophor, der entsprechend den 6 Seiten des Protoplasten 6 vorgezogene Lappen hatte. Schon LAUTERBORN wie auch SENN[2]) geben dieser Möglichkeit Raum. Dann wäre auch bei *Pedinella* derselbe Chromatophorbau. Die Teilung erfolgt allerdings bei *Pedinella* anders. Es ist hier kein sprossungsartiger Vorgang, auch keine Längsteilung im beweglichen Zustande wie bei *Cyrtophora*, sondern bei der Teilung bleibt die Monade fixiert, die Geißel sowohl wie der zarte Stiel spalten sich und dann erfolgt die Durchschnürung des Protoplasten.

1) WYSSOTZKI, Arbeit. der Naturf.-Gesellschaft Kharkoff, XXI, S. 8
2) SENN, Nat. Pflanzenfamil., Flagellaten, 155.

Demnach weisen die drei Gattungen (vgl. Textfigur) eine Reihe gemeinsamer Merkmale auf: der am Vorderende abgeflachte Protoplast, die Ausbildung von Tentakeln, die schließlich zu reusenartigen Gebilden zusammenschließen, die einzige zentral in der Vorderfläche inserierte Geißel, den einheitlichen Bau des Chromatophoren (selbst wenn bei *Pedinella* 6 getrennte Chromatophoren vorhanden sind, könnten diese als völlig durchgetrennte Lappen dieses ursprünglich einzigen gelappten Chromatophoren angesehen werden[1]). — Alle drei Gattungen scheinen demnach einer einheitlichen Entwicklungsreihe anzugehören, deren Hauptcharakteristikon in biologischer Hinsicht die Bildung der Tentakel ist. — Diese Tentakelbildung ist gewiß am wenigsten ausgeprägt bei *Pedinella*, nach den Zeichnungen zu schließen, kurze (kürzer als die Geißel) ziemlich divergierende „Fangborsten". Viel weiter durchgebildet sind die Tentakel bei *Cyrtophora*, kompliziert gebaut, und nicht selten reusenartig zusammenschließend, vor allem aber bereits kräftig ausgebildet und an Länge den Protoplasten weit übertreffend. Am weitesten vorgeschritten, am regelmäßigsten ausgebildet und durch die große Zahl der Tentakel komplettiert ist der Tentakelkranz bei *Palatinella*, die darin die höchste Entwicklung zeigt, der relativ einfache Tentakelkranz bei *Pedinella* ist ein hochentwickelter Fangapparat geworden bei *Palatinella*.

Mit dieser Ausbildung des Reusenapparates — sicherlich in Zusammenhang — man kann nicht sagen was das frühere, was das spätere war, ob es ein post hoc oder ein propter hoc ist, erfolgte jedenfalls die Verfestigung der ursprünglich freilebenden Monade. Diese Verfestigung wurde nach zweierlei Prinzipien durchgeführt mittelst eines ursprünglich wohl pseudopodialen Stieles, der später Kontraktionsfähigkeit erwarb (*Pedinella*, *Cyrtophora*, auch bei anderen Flagellaten, *Pteridomonas*, *Aktinomonas* vorhanden); oder mittels eines festsitzenden Gehäuses, in dessen Hohlraum die Monade stabil wurde (*Palatinella*, auch bei *Chrysopyxis*, *Derepysis* usw.).

Auf dieses Stabilwerden stellt sich dann aber auch die Teilung ein. Bei *Cyrtophora* erfolgte noch immer die Ablösung des Protoplasten vor der Teilung (siehe Tafel VI, Figur 12), bei *Pedinella* ist aber der Teilungsprozeß bereits in der Weise auf das stabile Leben eingestellt, daß die Teilung in diesem fixierten Zustande erfolgt und sich auch auf den Stiel erstreckt: bei der Teilung spaltet sich die Geißel und der Stiel, worauf dann die Durch-

1) Ein Vorgang, der bei *Cryptomonas* nicht selten zu beobachten ist. Vergleiche diesbez. den vorbeschriebenen *Phaeococcus marinus*.

trennung des Protoplasten erfolgt (Textfigur, Abb. 3, c). — Jedenfalls stellt die Teilung in einer Beziehung eine temporäre Störung, unter Umständen sogar eine Sistierung der normalen Lebensweise dar. Wir sehen sie daher bei vielen komplizierter gebauten Formen (*Mallomonas*) häufig ersetzt durch die Sprossung, ein Vermehrungsmodus, den auch *Palatinella* herausgebildet hat. Anscheinend ist die Sprossung neuer Individuen innerhalb des komplizierten Reusenapparates viel vorteilhafter für das Mutterindividuum; es kommt zu keiner wesentlichen Störung, zu keiner wesentlichen Unregelmäßigkeit im Reusenapparat, was unzweifelhaft der Fall sein müßte, wenn typische Längsteilung vorhanden wäre, weil immerhin die eine Hälfte des Reusenapparates erst ergänzt werden müßte, was wenigstens temporär eine ungleiche Verwertungsmöglichkeit des Reusenapparates zur Folge hätte. Demnach scheint uns die Sprossung eine Anpassung an die kompliziertere Struktur, an „die größere Vollkommenheit der Organisation" bei *Palatinella* (vgl. Textfigur, Abb. 2, b), und wohl auch bei vielen anderen sprossenden Organismen zu sein. So würde *Palatinella* nicht nur bezüglich seines Reusenapparates, sondern auch seines Vermehrungsmodus halber die vorgeschrittene Form darstellen.

Die Geißel wird bei *Cyrtophora* und *Pedinella* noch normal ausgebildet, bei *Palatinella* ist sie kurz, kaum $^1/_2$ bis $^1/_3$ so lang als der Protoplast. Es macht ganz den Eindruck, als hätte entsprechend der hohen Ausbildung des Tentakelkranzes eine Reduktion in der Geißel eingesetzt (Textfig. Abb. 2).

Die drei besprochenen Gattungen sind daher durch eine ganze Reihe gemeinsamer primärer und sekundärer Eigenschaften verbunden, sekundärer Eigenschaften, die nur als Anpassungen aufzufassen sind, die sich bei allen drei Formen korrelativ zueinander entwickelten. Aus diesem „korrelativ Nebeneinanderlaufen" dieser Eigenschaften folgt jedoch noch nicht, daß sie bei allen drei Gattungen gleich weit vorgeschritten ausgebildet sind. Das ist auch tatsächlich nicht der Fall. *Pedinella* ist bezüglich seiner Tentakel noch relativ tiefstehend, hat aber *Cyrtophora* in bezug auf die Teilung weit überholt, sie löst sich nimmer ab, sondern spaltet Geißel und Stiel im festsitzenden Zustande. *Cyrtophora* dagegen steht durch seine wohl ausgebildeten, fast zu einer Reuse zusammenschließenden Tentakel weit über *Pedinella*, aber dadurch, daß sie aus Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustande besteht, unter dieser. — Bei beiden Formen ist es noch zu keiner Reduktion der Geißel gekommen. *Palatinella* steht wohl am höchsten: der Reusenapparat in vollendeter Form, statt der Längs-

teilung die vorteilhafte Sprossung, und allem Anscheine nach die Geißel schon in Reduktion begriffen. So ist es relativ schwer, zu sagen, in welcher Reihenfolge die drei Formen entsprechend ihrer Organisations„höhe" angeordnet werden sollen.

Wo unter den Chromulinalen speziell der Anschluß zu suchen ist, ist schwer zu sagen. Eine ähnliche Ausbildung des Protoplasten zeigen uns die Schwärmer von *Hydrurus*, ebenfalls verkehrt dreikantig prismatische Energiden, in deren Apikalfläche zentral die Geißel inseriert ist, ebenfalls ein einziger basaler, muldenförmiger Chromatophor mit verschieden weit vorgezogenen Lappen, und ebenfalls die drei Ecken der Apikalfläche leicht vorgezogen. — Die Übereinstimmung ist groß, möglicherweise deutet sie eine phylogenetische Beziehung, eine gemeinsame Wurzel an. Allerdings sind die durch Sprossung entstandenen Schwärmer bei Palatinella ellipsoidisch, aber diese Formen sind gewiß nimmer primär und durch ihre Entstehungsweise weitgehend modifiziert.

Dagegen hat bereits SCHERFFEL in seiner überaus wertvollen Arbeit: „Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen" bereits auf den merkwürdigen Parallelismus zwischen einer der genannten drei Gruppen *Pedinella* und einer Pantostomatine *Pteridomonas* hingewiesen, welch letztere, abgesehen von anderen Formen, in bezug auf Tentakelbesatz weitgehend der besprochenen Chrysomonadenreihe nahe kommt. Ist aber *Pedinella* noch relativ unvollkommen bekannt, so sind die von PENARD[1]) und SCHERFFEL[2]) an *Pteridomonas* gemachten Beobachtungen fast völlig entsprechend denen an unserer neuen Gattung *Cyrtophora*. Auch *Pteridomonas* hat tentakelartige, von fließendem Plasma umströmte Pseudopodien, die durch die Geißelschläge herangetriebene Beute, die an ihnen haften bleibt, den Körper zu leiten. Auch bei *Pteridomonas* diese kleinen Pseudopodien, die allenthalben an der Apikalfläche und ihrem Rande hervorzüngeln und direkt feste Nahrung aufnehmen, ganz wie bei *Cyrtophora*. Auch *Pteridomonas* hat das Zusammenzucken des kontraktilen Stieles, wobei allerdings bei *Pteridomonas* der Tentakelbesatz eingezogen wird, während er sich bei *Cyrtophora* nur leicht zusammenneigt, seltener wirr durcheinanderliegt. Kurz, wir finden eine ganze Reihe paralleler, gemeinsamer, völlig übereinstimmender Eigentümlichkeiten zwischen diesen beiden Gattungen. Allerdings steht *Pteridomonas* in der Ausbildung seines Tentakelkranzes

1) PENARD, Über einige neue oder wenig bekannte Protozoen. Jahrb. des Nassauischen Ver. f. Naturkunde, XLIII (1890).

2) SCHERFFEL, Botan. Zeitung, LIX (1901), S. 143 ff.

tiefer als *Cyrtophora*, und wie bereits SCHERFFEL bemerkt, annähernd gleich hoch wie *Pedinella*, doch halte ich es für wahrscheinlich, daß auch bei den Pantostomatinen noch höher organisierte, mit Tentakeln versehene Formen gefunden werden. Eine gewisse Analogie ist auch in der Form der Ablösung vorhanden: *Pteridomonas* schleppt den Stielfaden nach, *Cyrtophora* zieht ihn vorher knopfartig ein.

Jedenfalls sehen wir in *Pedinella*, *Cyrtophora*, *Palatinella* einerseits, und den tentakeltragenden Pantostomatinen (*Actinomonas*, *Pteridonomas*, *Ciliophrys*, *Multicilia*) weitgehend biologisch übereinstimmende Organisationen, die sich bis in feine Details decken. Daß derartig weitgehende Parallelismen und Übereinstimmungen den Anlaß zu phylogenetischen Spekulationen geben, liegt auf der Hand, und in der Tat hat sich speziell an der Übereinstimmung zwischen *Pteridomonas* und *Pedinella* die Diskussion über die Mono- oder Polyphylie der Chrysomonaden zwischen SCHERFFEL und SENN weitergesponnen.

Sicher ist aber, daß die drei Chrysomonadengattungen *Pedinella*, *Cyrtophora* und *Palatinella* eine sehr natürliche Reihe unter den Chrysomonaden, speziell unter den Chromulinalen darstellen, bestimmt einerseits durch rein morphologische, dann aber durch biologische Momente, die sie zu einem ganz bestimmten biologischen Typus stempeln. Am liebsten möchte ich sie als eine eigene Familie hinstellen, als die Familie der *Cyrtophoraceae*, der Reusen tragenden, und ihr damit eine bestimmte Stellung unter den Chrysomonaden geben. Damit würden auch *Pedinella* und *Palatinella* ihre bis jetzt so unsichere Stellung unter den Chrysomonaden verlieren.

Chrysomonadinae: Chromulinales: Cyrtophoraceae.

Chromulinalen, die entweder mit kontraktilem Stiele oder in einem Gehäuse festsitzen. Protoplast halbkugelig bis verkehrt pyramidenförmig oder prismatisch, vorn flach, mit zentral inserierter Geißel. Rand der Vorderfläche mit 6—20, oft reusenartig zusammenschließenden Pseudopodien versehen. Chromatophor einer, muldenförmig, basal, mit mehreren breiten, wandständigen nach aufwärts gerichteten Lappen (oder ganz in diese Lappen geteilt). Kontraktile Vakuolen wohl immer vorhanden. Stigma fehlend. Vermehrung durch Längsteilung oder Sprossung.

Pedinella.

WYSSOTZKI, Arbeit. d. naturf. Ges. Khardorff XXI, 1887, S. 8, T. I, F. 16, 17, T. II, F. 15; — SENN, Nat. Pflanz.-Flagell., S. 154; —

Lemmermann, Kryptogfl. Brandenbg., I, 423. — Textfigur, Abb. 3, a, b, c.

Zellen mit einem kontraktilen, bei der Kontraktion sich knopfartig verdickenden Stiele festsitzend, stumpf-sechskantig prismatisch, mit sechs randständigen Chromatophoren (mit einem basalen in 6 vorgezogenen Lappen geteilten Chromatophoren), einer zentral inserierten Geißel, die den Protoplasten dreimal an Länge übertrifft, und mehreren fast wandständigen Fangborsten, die der abgestutzten Vorderfläche aufsitzen. Stigma fehlt. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen angeblich fehlend. Ernährung mit Hilfe kleiner Nahrungsvakuolen bildender Pseudopodien und holophytisch. Längsteilung unter Spaltung von Stiel und Geißel, worauf erst Durchtrennung des Protoplasten erfolgt. Einzige Art:

Pedinella hexacostata, Wyssotzky, a. a. O., ohne Größenangabe; aus salzhaltigen Seen Rußlands.

Cyrtophora, nov. gen.

Textfigur, Abb. 1, Taf. VI. Protoplast stumpf dreikantig, verkehrt pyramidenförmig mit einem kontraktilen Stiele festsitzend, der bei der Kontraktion sich stark knopfartig verdickt. Protoplast am Rande der Vorderfläche mit 6—8 gleich langen, reusenartig angeordneten Tentakeln versehen, die mehr minder zusammenneigend, $2\frac{1}{2}$—3 mal so lang als der Protoplast sind. Kern deutlich, ziemlich zentral. Kontraktile Vakuole eine, ziemlich vorn gelagert. Chromatophor einer, basal, muldenförmig mit 2—3 großen, vorgezogenen Lappen. In seiner Aushöhlung ein großer, oft muldenförmiger Leukosinballen. Teilung nur im abgelösten, freischwimmenden Zustand: typische Längsteilung. — Ernährung animalisch mittelst der zahlreichen, auf der Apikalfläche kleinen und sehr beweglichen Pseudopodien, und holophytisch. — Einzige Art:

Cyrtophora pedicellata, nov. spec., Protoplast 18—22 μ lang, annähernd ebenso breit, Tentakel 40—60 μ, Stiel 50—80 μ lang; aus einem Graben in Franzensbad, an *Mikrospora* und *Oedogonium*.

Palatinella,

Lauterborn, Zool. Anz., XXX (1906), S. 423, Fg. 1—4; — Lemmermann, Krygtopfl. Branbdg., III, 436. — Textfigur, Abbildung 2, a, b.

Protoplast im Vorderteile eines festsitzenden, tütenartigen, schwach welligen Gehäuses lebend, halbkugelig bis prismatisch oder schwach verkehrt pyramidenförmig, mit feinen Fäden im Ge-

häuse verfestigt. Rand der Vorderfläche mit zahlreichen, 16 bis 20, Tentakeln versehen, die schön reusenartig angeordnet, einen flaschenförmigen Hohlraum einschließen, bis dreimal so lang als der Protoplast sind und haarförmig fein enden. Geißel zentral inseriert, kürzer als der Protoplast. Chromatophor einer, muldenförmig mit großen Lappen. Stigma fehlt. Kontraktile Vakuolen mehrere, mehr äquatorial gelagert. Vermehrung durch Knospung innerhalb des Tentakelkranzes. — Ernährung animalisch, wobei die Tentakel allem Anscheine nach andere Organismen festhalten und gegen das Innere ziehen, und holophytisch.

Palatinella cyrtophora, a. a. O., Gehäuse 80—150 μ lang, Protoplast 20—25 μ lang, 18—25 μ breit, Tentakel 50 μ lang, aus einem klaren Quellenweiher des Pfälzer Waldes (bei Johanniskreuz).

In allerletzter Zeit wurde dieser interessante Organismus von WISLOUCH wiedergefunden. Diese Formen, die aus Wassergräben und moorigen Abflüssen in der Umgebung von Ssestrorestzk bei Petersburg stammten, waren etwas kleiner und knospeten mehr am Rand als die typische Form. WISLOUCH[1]) bezeichnet sie als forma *minor:* Gehäuse 45—80 μ lang, Protoplast 12—22 μ lang, 12—18 μ breit, Tentakellänge bis 40 μ.

Prag, Beginn März 1911.

Erklärung der Tafel VI.

Cyrtophora pedicellata.

Fig. 1. Normal entwickeltes Inviduum, ungereizt, mit sieben Tentakeln, zahlreichen kleinen Aufnahmepseudopodien, großem Chromatophoren und dem muldenförmigen Leukosinballen.

Fig. 2. Ein Tentakel bei stärkerer Vergrößerung, der deutlich sichtbare Achsenstab, und das durch seine strömende Bewegung stellenweise verdickte periphere Plasma.

Fig. 3. Vordere Randpartie der Protoplasten, Ansatz eines Tentakels, dessen Achsenstab noch tief in den Protoplasten hineinreicht.

Fig. 4. Kontrahiertes Individuum kurz vor der Streckung; Tentakelkranz bereits geordnet.

Fig. 5. Protoplast mit halbeingezogenen Tentakeln.

Fig. 6, 14. Mehrere Exemplare ungereizt, bei 14 einer *Mikrospora* aufsitzend.

Fig. 7. Abgelöster Flagellat; die Tentakeln infolge der Rotation des Organismus nach rechts, nach links gedreht.

---

1) WISLOUCH, *Palatinella cyrtophora* Lauterborn, f. mihi *minor* und *Synura reticulata* Lemm, zwei für Rußland neue Chrysomonaden. — Arbeiten aus dem bot. Lab. des mediz. Fraueninstit. St. Petersburg, XXII.

Fig. 8. Optischer Längsschnitt durch den Protoplasten, Chromatophor Pseudopodien, Vakuole, Kern und Leukosinballen.
Fig. 9. Ein Stückchen des Stieles stärker vergrößert, Differenzierung der axialen und peripheren Substanz.
Fig. 10, 11, 13. Verschiedene Formen des muldenförmigen, gelappten Chromatophoren.
Fig. 12. Optischer Schnitt durch ein abgelöstes Teilungsstadium; der Chromatophor, die Geißeln, Vakuole bereits verdoppelt; die jungen Tentakeln beginnen sich bereits zu bilden, die Durchtrennung des Protoplasten setzt erst ein.
Fig. 15, 16. Kontrahierte (zurückgeschnellte) Individuen; die kontraktile Substanz des Stieles an der Basis des Protoplasten stark verdickt; bei 16 besonders starker äußerer Reiz, infolgedessen starke Verwirrung der Tentakel.

Vergrößerung:

Fig. 1, 7, 8, 10, 11, 12, 13 1100mal.
Fig. 2, 3, 9 1500mal.
Fig. 4, 5, 6, 14, 16 600mal.
Fig. 15 850mal.

16. O. Renner: Zur Physik der Transpiration.

(Eingegangen am 14. März 1911.)

Vor einiger Zeit habe ich darauf hingewiesen[1]), daß die Verdampfung von Wasser in ruhiger Luft nicht der Fläche der dampfabgebenden Körper proportional ist. In Fällen, wo die Bewegung des Dampfes ein reiner Diffusionsvorgang wäre, müßte die Verdampfungsgröße vielmehr den linearen Dimensionen der betr. Flächen, also bei Kreisen dem Durchmesser proportional sein. Nun wird aber auch in ganz ruhiger Luft der Diffusionsprozeß gestört durch Konvektion, nämlich durch die aufwärts gerichtete Massenbewegung der feuchten Luft, die leichter ist als die umgebende trocknere. Dazu kommen meistens, vor allem wenn Evaporation oder Transpiration von Pflanzenorganen in kurzen Intervallen bestimmt wird, noch andere, regellos gerichtete Konvektionsströme. Um die Wirkung dieser Faktoren einigermaßen kennen zu lernen, habe ich einige Experimente mit Wasserflächen angestellt. Bei günstigerer Jahreszeit sollen entsprechende Versuche mit lebenden Blättern gemacht werden, zum Zweck der Feststellung, wie weit die transpirierende Blattfläche mit einer leblosen

1) Beiträge zur Physik der Transpiration, Flora Bd. 100, 1910, S. 485.

feuchten Fläche verglichen werden kann. Zur Verwendung kamen wassergefüllte Schalen und Stücke befeuchteten Fließpapiers, die auf flache Glasplatten aufgelegt wurden. Was Form des Umrisses und Orientierung im Raum betrifft, ist solches Papier natürlich leichter zu handhaben als die fließende Wasserfläche. Die Dampfabgabe von Papierstücken, die auf der Glasplatte liegend sorgfältig mit Wasser gesättigt, doch nicht übersättigt wurden, blieb wider Erwarten eine Stunde und länger konstant und war auch nicht viel kleiner als die von gleich großen freien Wasserflächen.

1. Kreisrunde Schalen mit Wasser und ebensolche Papierstücke wurden etwa 15′ lang beobachtet, während die Wage in leiser, mitunter kaum merkbarer Schwingung war, und darauf 20—40′ lang auf der arretierten Wage gelassen. Der Gewichtsverlust war im ersten Fall um ungefähr 10 pCt. größer als im zweiten. Bei vergleichenden Versuchen ist also auf gleiches Maß der Bewegung der Wage zu achten. Und in den späteren Versuchen wurde das Schwingen der Wage ganz verhindert.

		Wasser				Papier
Durchmesser in mm		91	91	68	68	120
Verlust in 1′ in mgr	Wage arretiert . .	8,9	9	5,8	5,6	11,6
	Wage schwingt . .	10	10,5	6,2	6,2	12,4

2. Quadratisches Papier von 10 cm Seitenlänge wagrecht auf der Wage, teils in ruhiger Luft, teils in Wind (mit einem kräftigen Pappefächer hergestellt; auch die Berechnung des Gewichtsverlustes im Wind wie früher ausgeführt, cf. l. c. S. 491). Der Gewichtsverlust ist im Wind etwa 6mal so groß wie bei Ruhe und fällt, wenn die Luftbewegung abbricht, sehr rasch auf das vorige Maß, sicher nach 2 Minuten, wahrscheinlich noch geschwinder. Die Dampfkuppe, die die Wasseroberfläche in ruhiger Luft einigermaßen vor Verdampfung schützt, wird also in sehr kurzer Zeit ersetzt.

Gewichtsverlust in 1′ in mgr:

in Ruhe	12,5	12,4	12	12
in Wind	82	73	78	

3. Zwei Platten mit rechteckigen Papierstücken von 9×9,5 cm Seitenlänge werden parallel und senkrecht auf der Wage gehalten, bald abgekehrt in 15 cm Entfernung, bald zugekehrt in kleineren Entfernungen. Der Gewichtsverlust nimmt noch kaum ab, wenn die Papierstücke auf 2 cm genähert werden, fällt aber dann rasch bei weiterer Annäherung. Bei 9 mm Abstand ist der Gewichts-

verlust auf ein Viertel erniedrigt. Es scheint demnach, daß der Dampf sich von senkrechten Flächen seitwärts nicht weit ausbreitet, sondern bald senkrecht aufsteigt.

4. Rechteckige wie kreisrunde Papierstücke verlieren in senkrechter Lage mehr Dampf als wagrecht nach oben gekehrt. Bei genauer Vergleichung muß also auch die Lage der Flächen gleichartig gewählt werden. Daß direkte Bestrahlung vom Fenster oder von Lampen her, die in verschiedenen Lagen ungleich wirken muß, ausgeschlossen wurde, versteht sich von selber. Vielleicht sind aber doch noch Unterschiede der Beleuchtung mit im Spiel gewesen.

Quadratisches Papier von 10 cm Seitenlänge verliert in 1′ in mgr:

wagrecht	13	12	12	12	12
aufrecht	14	14	14	14	14

Kreisrundes Papier von 12 cm Durchmesser verliert in 1′ in mgr:

wagrecht	17	17;	13,8	13,8
aufrecht	21		15,4	

5. Schalen mit Wasser, die im ruhigen Zimmer mehrere Stunden lang stehen blieben, zeigten wie früher (l. c. S. 489) eine Dampfabgabe, die viel eher dem Durchmesser als der Fläche proportional war. Diffusion spielt demnach hier gegenüber der Konvektion eine bedeutende Rolle. Mit feuchtem Papier läßt sich derselbe Versuch nicht machen, weil das Papier nicht lange genug feucht bleibt.

Durchmesser in mm	Verdampfung in 1′ in mgr	Verhältnis der Durchmesser	Verhältnis der Flächen	Verhältnis der Verdampf.
a 80	2,91			
b 24	0,66	3,3	11	4,4
a 80	5,1			
b 24	1,03	3,3	11	5

6. Werden verschieden große Schalen mit Wasser oder kreisrunde Papierstücke in kürzeren Intervallen (15—20′) beobachtet, so liegt das Verhältnis der Verdampfungsgrößen von dem Verhältnis der Durchmesser immer ziemlich weit ab. Am meisten nähert das Verhältnis der Verdampfung sich dem der Flächen bei Papier und wenn die Wage schwingt. Es verschiebt sich gegen das Ver-

hältnis der Durchmesser hin, wenn die Wage arretiert wird, und es liegt dem Verhältnis der linearen Dimensionen allgemein bei Wasser näher als bei feuchtem Papier.

	Wage	Durchmesser in mm	Verdampfung in 1′ in mgr	Verhältnis der Flächen	Verhältnis der Durchmesser	Verhältnis der Verdampfung
Wasser	schwingt	93 u. 68	9,4 u. 6,3	1,87	1,37	1,5
„	schwingt	91 u 68	10 u. 6,2	1,8	1,34	1,6
„	arretiert	„	8,9 u. 5,8	„	„	1,53
„	schwingt	91 u. 68	10,5 u. 6,2	„	„	1,7
„	arretiert	„	9 u. 5,6	„	„	1,6
Papier	schwingt kaum	93 u. 39	8,1 u. 2.2	5,7	2,4	3,7 2,34
„	„	120 u. 71	5,26 u. 1,23	2,85	1,7	1,53
„	„	120 u 93	14,5 u. 9,5	1,66	1,3	1,55
„	arretiert	„	15,1 u. 9,7	„	„	2,54
„	schwingt kaum	120 u. 70,5	14,5 u. 5,8	2,94	1,7	1,64
„	„	93 u. 70,5	9,5 u. 5,8	1,74	1,32	1,8
„	„	120 u. 80	11,9 u. 6,5	2,25	1,5	2
„	„	„	13,5 u. 6,7	„	„	2
„	„	„	11,8 u. 6	„	„	

7. Die früher (l. c. S. 495) ausgesprochene Vermutung, daß die Verdunstung einer schmalen langen Fläche größer sei als die einer gleich großen mehr isodiametrischen, ist nun durch Versuche geprüft worden und hat sich bestätigt. Flächengleiche rechteckige Papierstücke von zweierlei Form (A 9×6 cm, B 18×3 cm; im feuchten Zustand 9,075×6,1 cm bzw. 18,15×3,05 cm) wurden mehrmals sorgfältig ausgeschnitten und ihre Dampfabgabe verglichen.

Gewichtsverlust in 1′ in mgr		Verhältnis der Verluste B : A
A 9×6	B 18×3	
9,2	11,5	1,25
9,3	11,7	1,26
10	13	1,3
10	12	1,2

8. Beim Vergleich verschieden großer oder verschieden geformter Flächen kommen zu den Fehlern, die durch Ungenauigkeiten der Wägung — bis auf Achtelminuten konnte die Zeit meist mit ziemlicher Schärfe bestimmt werden — und durch Schwankungen der Luftbewegung usw. herbeigeführt werden, noch die Fehler der Flächenbestimmung. Diese letzte Fehlerquelle läßt

sich dadurch beseitigen, daß die dampfabgebende Fläche zerlegbar gemacht wird. Es ist dann möglich, die Teilstücke in verschiedener Orientierung zu kombinieren, oder auch sie auf der Wage in beträchtlicher Entfernung Dampf abgeben zu lassen.

Zunächst wurde auf diese Weise die Bedeutung der Umrißform geprüft. Zwei rechteckige Fließpapierstücke von 10 : 5 cm Seitenlänge wurden, befeuchtet auf rechteckigen Glasplatten liegend, bald mit der Langseite, bald mit der Schmalseite fast bis zur Berührung einander genähert. So entstand entweder ein Quadrat von 10 cm Seitenlänge oder ein Rechteck von 5 : 20 cm Seitenlänge. Im ersten Fall war der Gewichtsverlust geringer als im zweiten.

Gewichtsverlust in 1′ in mgr		Verhältnis der Verluste Rechteck : Quadrat
Rechteck	Quadrat	
16,5	14	1,18
17,5	15,4	1,14

9. Wenn auf dieselbe Art eine größere Fläche mit zwei getrennt evaporierenden halb so großen Flächen verglichen werden soll, muß dafür gesorgt werden, daß bei der Zerlegung der ganzen Fläche in zwei Hälften die Umrißform nicht geändert wird. Dieser Bedingung gehorcht ein Rechteck, dessen Seiten sich verhalten wie $1 : \sqrt{2}$, also z. B. wie 7 : 10 oder wie 3 : 5. Wenn zwei solche Rechtecke mit den Langseiten aneinander gelegt werden, so ist das entstehende große Rechteck seinen Teilstücken ähnlich. Wäre die Verdampfung ein reiner Vorgang statischer Diffusion, so wären die Gewichtsverluste den linearen Dimensionen der Flächen, also der Länge entsprechender Rechteckseiten proportional. Der Gewichtsverlust der ganzen Fläche würde sich demnach zu dem der halben Fläche verhalten wie $\sqrt{2} : 1$ oder wie 1,41 : 1, und die Summe der Gewichtsverluste der isolierten Hälften zu dem Verlust der geschlossenen Fläche wie 2 : 1,41 oder wie 1,41 : 1. Nach den früher gemachten Erfahrungen muß aber die Steigerung der Verdampfung, die sich infolge der Zerlegung der Fläche in zwei getrennt evaporierende Hälften einstellt, hinter dem Wert 1,41 um so weiter zurückbleiben, je größer die Fläche ist. Im Experiment wurden Paare von mit Wasser gefüllten Blechschalen und von auf Glas gelegten feuchten Papierstücken auf einer langen Glasplatte liegend abwechselnd bis zur Berührung genähert und 10—15 cm entfernt. Nach den Erfahrungen von 3 findet in dieser Entfernung eine gegenseitige Beeinflussung sicher nicht mehr statt.

Größe der Hälften in cm	Gewichtsverlust in 1′ in mgr		Verhältnis der Verluste getrennt : vereinigt
	vereinigte Fläche	getrennte Flächen	
10 : 7, Wasser	19	21	1,11
„	17	20	1,18
„	18,8	21	1,12
„	18	21,8	1,21
„	25	30	1,20
„	19,3	22,2	1,15
„	19.3	21,9	1,13
			Mittel 1,16
5 : 3, Wasser	7,1	8,4	1,18
„	6,5	8	1,23
„	6,7	8,3	1,24
„	6,8	8,5	1,25
			Mittel 1,22
10 : 7, Papier	21	26	1,19

10. Wird die Umrißform der evaporierenden Fläche durch die Zerlegung bzw. durch die Zusammenfügung in erheblichem Maß verändert, so übt diese Veränderung auf die Verdampfungsgröße ebenfalls ihre Wirkung aus, und zwar im selben oder im entgegengesetzten Sinn wie die Änderung der Flächengröße. Werden z. B. zwei schmale Streifen mit den Langseiten zur Berührung gebracht, so nähert die Form der entstehenden Fläche sich mehr der des Quadrats, und die Depression der Verdampfung infolge der Zusammenfügung ist bedeutend. Findet die Berührung an den Schmalseiten statt, so wird die Fläche verhältnismäßig noch weiter verschmälert, die Depression muß also gering ausfallen. Bedeutend ist auch die Wirkung, wenn zwei Halbkreise zu einem Kreis zusammengelegt werden; bei einer kreisförmigen Fläche ist natürlich die Verdampfung der Flächeneinheit geringer als bei jeder anders geformten gleichgroßen Fläche. Man kann auch sagen: je länger die Berührungslinie der beiden Teilflächen im Verhältnis zur Größe oder zum Gesamtumfang der Fläche ist, desto mehr wird die Verdunstung durch die Zusammenlegung verringert. Dazu kommt dann noch die in 9 erwähnte Wirkung der Größe der verwendeten Flächen, und endlich scheint bei vertikaler Lage der feuchten Flächen der Effekt der Zusammenlegung etwas geringer zu sein als bei horizontaler.

Zunächst ein paar Versuche mit wassergefüllten quadratischen Blechschalen von 5,8 cm Seitenlänge. Der Unterschied zwischen dem Gewichtsverlust der getrennten und dem der vereinigten Flächen ist wegen der Kleinheit der Flächen ziemlich bedeutend: das Verhältnis ist im Mittel 1,18.

Verlust in 1′ in mgr		Verhältnis getrennt : vereinigt
vereinigt	getrennt	
13,3	16	1,20
12,2	15	1,23
12,5	14,8	1,18
12,5	14,3	1,14

Nun Versuche mit feuchtem Papier. Die Stücke wurden immer mit den Langseiten zur Berührung gebracht.

Größe der Hälften in cm	Lage	Verlust in 1′ in mgr		Verhältnis getrennt : vereinigt
		getrennt	vereinigt	
8,5 : 5	wagrecht	15,2	11,9	1,28
„	senkrecht	17	15	1,13
10×6	wagrecht	17,4	13,6	1,28
„	„	17	12,5	1,36
„	„	17	13,3	1,28
„	„	20	17	1,18
„	senkrecht	22	18,5	1,19
„	„	21,6	19,3	1,12
„	„	21	17,4	1,21
„	„	20	17	1,18
Halbkreis Durchmesser 11	wagrecht	14	10	1,4
„	„	14	10	1,4
„	„	17,6	12,5	1,4
15×2	„	15,4	10	1,54
„	„	15	10	1,5

11. Durch Zerlegung einer gegebenen Fläche in 4 getrennt evaporierende Stücke würde die Verdunstung, einen reinen Diffusionsvorgang vorausgesetzt, auf das Doppelte steigen. Natürlich ist die Steigerung tatsächlich geringer, wenn die Form der Flächen nicht geändert wird, wie es durch Verwendung von 4 gleich großen Quadraten zu erreichen ist.

4 quadratische Stücke von feuchtem Fließpapier von 6 cm Seitenlänge, auf Glasplatten liegend, wurden auf der Wage bald bis zur Berührung genähert, bald auf 10 cm voneinander entfernt.

Verlust in 1′ in mgr		Verhältnis getrennt : vereinigt
vereinigt	getrennt	
15	20	1,33
16,7	25	1,5

Die mitgeteilten Beobachtungen über die Wirkung von Ausdehnung, Form und Lage der evaporierenden Flächen auf die Ver-

dunstungsgröße der Flächeneinheit scheinen geeignet, zur Klärung der Frage beizutragen, welche Rolle der Diffusion beim Vorgang der stomatären Transpiration zukommt. Diese rein physikalischen Verhältnisse sind freilich für die physiologische Seite des Problems recht gleichgültig. Aber es ist nötig, die physikalischen Faktoren so genau wie möglich zu kennen, damit nicht physikalisches Geschehen eine physiologische Regulation vortäuscht. Und die Empfindlichkeit der Verdunstungsvorgänge gegenüber allen möglichen äußeren Bedingungen weist darauf hin, in welchem Maße die Außenbedingungen gleichartig gehalten werden müssen bei vergleichenden Versuchen, die sich mit der Physiologie der Transpiration beschäftigen.

München, Pflanzenphysiologisches Institut, 12. März 1911.

17. W. Palladin: Die Bildung roten Pigments an Wundstellen bei Amaryllis vittata.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 16. März 1911.)

An den Zwiebeln, Blütenstielen und Blättern von *Amaryllis vittata* kann man häufig grellrote Flecke beobachten. Die Untersuchung der gefärbten Stellen führt zu dem Schlusse, daß diese Färbung das Ergebnis einer Verwundung ist. In der Literatur sind bereits Hinweise darauf zu finden, daß an den Blättern gefärbte Stellen infolge von Verwundungen entstehen können, welche entweder durch Insekten[1]) oder aber durch Pilze verursacht wurden. Die Entstehung des Farbstoffes in der Wurzel von *Alcanna tinctoria* ist von dem Zerreißen der Gewebe abhängig, denn überall dort, wo sich Farbstoff findet, ist das Gewebe zerfetzt. Man kann sagen, daß der Farbstoff als Wundschutz zu dienen hat[2]).

Angesichts derartiger Tatsachen beschloß ich, mich der Verwundungen, als neuer Methoden, zur Feststellung von Chromogenen in den Pflanzen zu bedienen. Zahlreiche Untersuchungen, von

1) M. Mirande, Comptes rendus, t. 145. 1907, S. 1300.

2) E. Erikson, Ber. d. deutsch. pharm. Ges. 1910, S. 203. Zitiert nach Botan. Centralbl. Bd. 114, 1910, S. 475.

denen ein beträchtlicher Teil in meinem Laboratorium ausgeführt wurde, haben gezeigt, daß Verwundungen eine verstärkte Atmung[1]), eine Synthese der Eiweißstoffe[2]), die Bildung von Fermenten[3]) hervorrufen, mit anderen Worten, daß sie die Lebenstätigkeit des verletzten Organes bedeutend steigern.

Die Blumenzwiebeln, wie auch alle übrigen Organe von *Amaryllis vittata* erwiesen sich als äußerst geeignete Objekte für die Erreichung des von mir beabsichtigten Zweckes. Die Versuche wurden im Verlaufe des Januar und Februar angestellt. In Stücke geschnittene und auf dem Tisch im Zimmer gelassene Zwiebeln trockneten aus, ohne auch nur eine Spur von Pigment zu bilden. Wenn man dagegen eine Zwiebel in kleine Stücke zerschneidet, sie hierauf auf 1—2 Stunden in Wasser legt und sodann in eine feuchte Atmosphäre bei reichlichem Luftzutritt verbringt, so beginnen die Wundstellen eine rote Färbung anzunehmen, deren Intensität mit jedem Tage zunimmt. Die Färbung wird schließlich scharlach- oder zinnoberrot (14. Ruber, 15. Miniatus)[4]). In ruhenden oder im Beginn des Keimens begriffenen Zwiebeln entsteht mehr Pigment als in Zwiebeln während der Blüte. In letzterem Falle tritt die Färbung etwas später auf. Kratzt man auf einem Stück Zwiebel mit einem spitzen Messer irgend ein Wort oder eine Figur ein und verbringt dieses Stück, nach einstündigem Verweilen in Wasser oder in einer wässerigen Emulsinlösung, in eine feuchte Atmosphäre, so werden nach ein paar Tagen auf der weißen Fläche der Zwiebel rote Buchstaben deutlich hervortreten. Auf der untenstehenden Zeichnung sind zwei Zwiebelstücke abgebildet. Auf dem oberen Stück steht in russischen Buchstaben das Wort „Wunde" (rana), auf dem unteren das Wort „Pigment" aufgeschrieben. Aus solchen Objekten kann man Dauerpräparate anfertigen. Zu diesem Zwecke wird das Stück Zwiebel mit den roten Buchstaben auf einige Zeit in konzentriertes Glyzerin gelegt, welches dem Objekte das Wasser entzieht. Hierauf wird das Glyzerin durch vorsichtiges Auspressen des Objektes zwischen

---

1) Stich, Flora, 1891, S. 15. Smirnoff, Revue générale de botanique, 1903. Tscenrniajeff, Diese Berichte, 1905, S. 207. Maximoff, Diese Berichte, 1903, S. 252.

2) Hettlinger, Revue générale de botanique, 1901, S. 248. W. Zaleski, Diese Berichte, 1901, S. 331. Kovchoff, Revue générale de botanique, 1902, S. 449, diese Berichte, 1903, S. 165.

3) Krasnosselsky, Diese Berichte, 1905, S. 142, 1907, S. 134.

4) P. A. Saccardo, Chromotoxia seu nomenclator colorum. Editio altera. Patavii 1894.

Filtrierpapier nach Möglichkeit entfernt, worauf das Objekt in Benzin gelegt wird, in welchem es dann aufbewahrt werden kann. Legt man das Objekt dagegen in Benzin, ohne zuvor das Wasser durch Glyzerin entfernt zu haben, so nimmt das Objekt, infolge der in den durch das Benzin getöteten Zellen beginnenden autolytischen Prozesse, eine sehr dunkle Färbung an, durch welch die rote Färbung der Buchstaben sehr abgeschwächt wird.

Für die Bildung des Pigmentes ist eine Zuströmung von Sauerstoff erforderlich. In Objekten, welche unter einer sehr dünnen Wasserschicht gehalten werden, wird kein Pigment gebildet. Wenn man an den Wundstellen die Oxydationsprozesse

Abb. 1.

mit Hilfe von Arsenik[1]) herabsetzt, so wird eben falls kein Pigment gebildet. Zu diesem Zwecke wurden an Blättern Verletzungen angebracht und sodann an den einen Blättern die Wundstellen mit in Wasser verrührter arseniger Säure beschmiert, an anderen Blättern dagegen die Wundstellen mit Wasser benetzt. Nach einigen Tagen, nachdem die Blätter in einer feuchten Atmosphäre verweilt hatten, entwickelte sich an den Kontrollblättern rotes Pigment; an den Blättern dagegen, die mit Arsenik beschmiert worden waren, konnte, bei sonst durchaus allgemein gesundem Zustande derselben, keine Spur von Pigment bemerkt werden.

Die Bildung des Pigmentes ist nicht das Ergebnis einer

1) H. MEYER und R. GOTTLIEB, Die experimentelle Pharmakologie. 1910, S. 339.

Tätigkeit von Bakterien oder anderen Mikroorganismen. An Stücken von Zwiebeln wurden Einschnitte in der Weise angebracht, daß die unpaaren Einschnitte mit einem sterilisierten Messer gemacht wurden, die paarigen dagegen mit einem Messer, welches mit roten Zellen von der Oberfläche einer angeschnittenen Zwiebel verunreinigt worden war. Das Rotwerden der paarigen wie der unpaaren Einschnitte erfolgte mit gleicher Geschwindigkeit. Wenn Bakterien an der Bildung des Pigmentes beteiligt wären, so müßten die paarigen Einschnitte rascher rot werden. Bei einem anderen Versuche wurden Zwiebelstücke in einem Mörser fein zerrieben. Auf diese Masse wurde ein oberflächlicher Schnitt mit roten Zellen von einer verletzten Zwiebel gelegt. Nach einigen Tagen zeigte sich auf der zerriebenen Masse eine starke Entwicklung von Bakterien, welche jedoch nicht von einer Bildung roten Pigments begleitet war. Letzteres blieb nur auf dem roten Schnitte.

Die Bildung des Pigmentes erfolgt unter Beteiligung der lebenden Zellen. Zwiebeln, welche im Mörser zerrieben oder eingefroren, oder mit Toluol- oder Blausäure getötet, oder endlich in salzsaurem Chinin (0,25 bis 0,5 pCt.) eingeweicht werden, bilden bei der Autolyse, wie wir weiter unten sehen werden, ebenfalls kein Pigment.

Die mikroskopische Untersuchung der gefärbten Stellen ergab, daß von dem Pigment nur die Zellmembranen gefärbt werden, während der Zellsaft ungefärbt bleibt.

Letztere Beobachtung spricht dafür, daß das in Rede stehende Pigment nicht ein Atmungspigment darstellt. Es entsteht als das Ergebnis einer postmortalen Oxydation des Chromogens, obgleich als Anstoß zu seiner Bildung die durch die Verletzung hervorgerufene erhöhte Lebenstätigkeit lebender Zellen anzusetzen ist. Das Pigment aus *Amaryllis* muß in eine Gruppe mit dem Hämatoxylin, Brasilin, Morin und anderen Pigmenten gestellt werden, welche die Zellmembranen bei den postmortalen, im Kernholz vor sich gehenden Oxidationsprozessen färben.

Um typisches (d. h. labiles) Atmungspigment aufzufinden, wurden folgende Versuche ausgeführt. Ein Extrakt aus Zwiebeln mit kochendem Wasser gibt mit Peroxydase und Wasserstoffsuperoxyd keine Farbenreaktion. Dies ist ein Hinweis darauf, daß sich das Atmungspigment nicht in Form von Chromogen sondern in Form von Prochromogen befindet. Um das Prochromogen zu zerlegen, wurden die Zwiebeln einer Autolyse in Toluolwasser oder in gesättigter Kochsalzlösung unterworfen, unter Hinzufügung von

Emulsin und Peroxydase[1]) oder ohne eine solche. Fast bei allen diesen Versuchen zeigte sich nach drei Wochen keine Spur von Pigment. Nur in den Produkten der Autolyse in Kochsalzlösungen konnte nach Hinzufügung von Emulsin und Peroxydase eine geringe Färbung erzielt werden. Auch nach Hinzufügung von Peroxydase und Wasserstoffsuperoxyd zu den Produkten der Autolyse trat keine Färbung auf.

Die Zwiebeln wurden in kleine Stücke zerschnitten, bei Zimmertemperatur getrocknet und zu Pulver zerrieben, aus welchem mit heißem Methylalkohol ein Extrakt gewonnen wurde. Das Filtrat wurde auf dem Wasserbad verdampft und in Wasser aufgelöst. Die so erhaltene Lösung ergab weder mit Emulsin und Peroxydase, noch mit Peroxydase und Wasserstoffsuperoxyd irgendwelche Farbenreaktion. In dem Extrakte mit Methylalkohol aus verletzten Zwiebeln, gelang es nach Verdampfung und Auflösung des Niederschlages in Wasser, mit Peroxydase und Wasserstoffsuperoxyd eine rote Färbung zu erlangen. Vermittelst der üblichen Reaktion gelingt es also fast niemals, die Anwesenheit von Atmungspigmenten in den Zwiebeln von *Amaryllis vittata* nachzuweisen. Auf dessen Vorhandensein kann man demnach nur auf Grund der postmortalen Oxydation der chromogenen Substanz schließen, welche von der Bildung roten Pigments begleitet wird. Es ist von Interesse, daß es O. WALTHER[2]) bei *Polygonum tinctorium*, welches als Ergebnis der postmortalen Oxydationsprozesse Indigo liefert, nicht gelungen ist, typisches Atmungspigment nachzuweisen. Gleich den anderen sich bei postmortalen Reaktionen ansammelnden Pigmenten wird Indigo in lebenden Zellen aller Wahrscheinlichkeit nach niemals gebildet. Als Atmungspigment dient irgendeine labile Substanz[3]), auf deren Anwesenheit wir auf Grund der postmortalen Bildung von Indigo schließen können.

Um die Eigenschaften des Pigmentes der *Amaryllis*-Zwiebeln kennen zu lernen, wurden diese letzteren in kleine Stücke zerschnitten und, nachdem sie in der oben angegebenen Weise bearbeitet worden waren, nach 10—12 Tagen mit Alkohol übergossen. Der gefärbte Alkohol wurde nach 5 Minuten wieder abgegossen. Hierauf wurden die Zwiebelstücke nochmals mit Methylalkohol übergossen. Der intensiv gefärbte Alkohol beider Portionen wurde in einen Scheidetrichter gegossen, mit Wasser ver-

1) W. PALLADIN, Biochemische Zeitschrift, XXVII, 1910, S. 442.

2) O. WALTHER, Diese Berichte, XXVII, 1909, S 106.

3) Den Beweis für diese Ansicht werde ich in einer meiner demnächst zu erscheinenden Arbeiten erbringen.

dünnt und nach Hinzufügung von Chloroform geschüttelt. Das Pigment ging in das Chloroform über und wurde nach Entfernung dieses letzteren in Gestalt einer amorphen Masse gewonnen.

Die Lösung in Chloroform hat eine zinnoberrote Farbe (14. Ruber). In Wasser ist das Pigment fast gar nicht löslich; durch Kalilauge wird es intensiv purpurrot gefärbt, welche Farbe rasch in Orange (21. Aurantiacus) übergeht. In Säuren gibt das Pigment eine gelbe Färbung (23. Flavus). In starker Schwefelsäure löst es sich unter braungelber Färbung.

Seinen Eigenschaften nach erinnert das uns beschäftigende Pigment von allen in Pflanzen angetroffenen Pigmenten[1]) am meisten an das Brasilin, obgleich es sich durch seine Eigenschaft, gebeizte Gewebe auf verschiedene Weise zu färben[2]), auch von diesem recht beträchtlich unterscheidet. Seidenstoff (Atlas) wird von dem Pigment aus *Amaryllis* ohne vorhergehende Beize hellrosarot (17. Roseus) gefärbt; ich schlage vor, dasselbe Vittatin zu benennen. Nach Beize mit Aluminiumsalzen wird eine Orangefärbung (21. Aurantiacus) erzielt, nach einer Beize mit Tannin eine hell fleischfarbene Färbung (16. Incarnatus). Eine übereinstimmende Färbung gibt auch Brasilin. Einen auffallenden Unterschied ergibt eine Kupferbeize. Das Brasilin gibt hierbei gleich dem ihm verwandten Hämotoxylin eine dunkelviolette Färbung (46. Atroviolaceus). Das Pigment aus *Amaryllis* dagegen färbt nach der Kupferbeize bräunlichrosa (das Mittel zwischen 17. Roseus und 18. Testaceus).

Die von mir ausgeführten, einstweilen noch wenig zahlreichen Versuche mit der Färbung gebeizter oder ungebeizter Gewebe mit typischen Atmungspigmenten haben wenig befriedigende Resultate ergeben. Augenscheinlich ist die färbende Eigenschaft der Atmungspigmente eine sehr geringe, oder aber sie werden durch die Beizen leicht zersetzt.

St. Petersburg, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

---

1) H. Rupe, Die Chemie der natürlichen Farbstoffe. J. Formánek, Untersuchung und Nachweis organischer Farbstoffe auf spektroskopischem Wege.

2) R. Nietzki, Chemie der organischen Farbstoffe. 5. Auflage. Berlin 1906. R. Gnehm, Taschenbuch für die Färberei und Farbenfabrikation. 1902.

18. F. Brand: Über einige neue Grünalgen aus Neuseeland und Tahiti.

(Mit Tafel VII.)

(Eingegangen am 18. März 1911.)

Frl. J. E. TILDEN hatte die Gefälligkeit, dem Verfasser dieses mehrere Algen von der Ausbeute ihrer letzten Reise zu überlassen.

Dieses Material erinnerte zunächst an die bekannte Tatsache, daß eine von exotischem Fundorte stammende Pflanze weder fremd noch neu zu sein braucht. Es fanden sich nämlich darunter nicht nur solche Formen, welche aus wärmeren Gegenden schon bekannt sind, wie *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kütz. und *Pithophora Röttleri* (Roth) Wittr. (beide von Tahiti) sondern auch vertraute Bürger der europäischen Flora, wie *Cladophora heteronema* (Kütz.) ampl. Brand (Küste von Tahiti), sodann *Oedogonium capillare* (L.) Kütz. und *Cladophora fracta* var. *normalis* Rabenh. nebst var. *lacustris* (Kütz.) Brand (Neuseeland).

Einige andere dieser Algen, über welche in der Literatur kein Nachweis aufzufinden war, sollen in folgendem beschrieben werden.

Rhytisiphon[1], nov. *Siphonearum* gen.

Thallus marinus, viridis, unicellularis, tubuloso-filamentosus, tegumenti calcarii carens, e rhizoidibus incoloribus irregulariter coactis ascendens, ramificatus; filis aetate provecta passim transverse rugosis, simulate dichotomis vel trichotomis, aliquid supra originem ramorum anguste constrictis; constrictionibus ramorum cognatorum nunquam in eadem altitudine situatis; ramis adventivis deficientibus; membrana tenni, sed in constrictionibus annuli modo incrassata; generatione ignota.

Rh. tahitense n. sp.

Taf. VII Fig. 1—8.

Rh. caespitosum, cc. 3 cm altum; filis erectis, crassitudine diversis, his 60 μ, illis usque ad 90 μ crassis, ut plurimum sub aequalibus, sed passim moniliformi modo rugosis et nonnulla parte ad 120 μ inflatis; ramificatione non ultra tres ordines praebente; ramis

1) Von ῥὶς: Runzel, Furche.

longis, erecto-patentibus, filo principali fere aequicrassis, singulis vel binis ultimis praelongis et superne ad 90—120 μ inflatis; protoplasmate in ramorum constrictionibus basalitus ad quintam diametri partem reducto; membrana cc. 1 μ, rarius usque ad 3 μ crassa, superficiem subglutinosam praebente. Hab. ad insulam Tahiti in sinu vadoso. Leg. J. E. TILDEN sub N. 1704.

In getrocknetem Zustande erinnern die Rasen dieser Alge an *Spongomorpha*. Die von einem farblosen, reichlich und unregelmäßig verzweigten Rhizoidgeflechte aufstrebenden Fäden sind nicht zusammengedreht, noch durch Queräste verflochten, sondern nur der Länge nach etwas verklebt, und lassen sich nach genügender Erweichung mit der Nadel voneinander trennen. Kalkige Auflagerungen waren nicht vorhanden; ebensowenig Geschlechts- oder sonsige Vermehrungsorgane.

Bezüglich des Zellbaues war am vorliegenden Materiale nur so viel festzustellen, daß der dünne Membranschlauch eine chlorophyllhaltige Protoplasmaschicht mit relativ großem Saftraum einschließt. Hier und da — insbesondere in verdickten Fadenabschnitten — fanden sich Häufchen von oblongen oder rundlichen farblosen Körpern, welche Stärkekörner zu sein schienen. Diese färbten sich durch Jod aber nicht blau, sondern violettbraun. Bei Beurteilung dieser Reaktion ist zu berücksichtigen, daß die Alge zur Zeit der Einsammlung offenbar am Ende ihrer Vegetationstätigkeit angelangt war. Einzelne Partien waren abgestorben, und an den wohlerhaltenen Pflanzen fand sich nicht eine einzige junge Abzweigung. Es ist deshalb an die Möglichkeit zu denken, daß die Alge Stärke bildet, welche zur Zeit der vollen Lebenstätigkeit blau reagiert, welche aber im derzeitigen Zustande bereits chemisch verändert war.

Vor Auffindung des ersten Abzweigungsstadiums läßt sich auch nicht sicher feststellen, ob echte Dichotomieen bzw. Trichotomieen vorliegen, oder — wie ich annehme — nur Scheindichotomieen usw.

Zur Vergleichung mit den schon bekannten ähnlichen Siphoneen müssen wir nun die Beschaffenheit der Einschnürungen ins Auge fassen. Dabei zeigt sich, daß sie von zweierlei Beschaffenheit sind: einerseits die eigentlichen, mit einer nach innen vorspringenden ringförmigen Membranverdickung versehenen tiefen Einschnürungen (r, r in Fig. 7) und andererseits flachere Querfurchen ohne erhebliche Membranverdickung (f, f Fig. 7).

Membranring-Einschnürungen finden sich bei *Rhytisiphon* ausschließlich in der Einzahl in einiger Entfernung über jeder Abzweigung

und stellen gleichsam vorgeschobene unvollständige Basalsepta der Äste dar. Hier sind sie ausnahmslos schon an den jüngsten Fäden vorhanden, kommen aber an anderen Stellen niemals vor. Ihr Bau entspricht den von WORONIN[1]) an den freien Fäden (*Espera*) von *Penicillus mediterraneus* Montg. dargestellten Verhältnissen sowie den Einschnürungen von *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst[2]) *Udotea minima* Ernst[3]) und *Udotea Desfontainii* Lamour. Bei diesen Algen kommen die Einschnürungen im Gegensatze zu *Rhytisiphon* aber gelegentlich auch im Verlaufe der Internodien vor und teilen diese in größere Segmente.

Eine weitere Eigentümlichkeit von *Rhytisiphon* besteht darin, daß die basalen Zweigeinschnürungen niemals an der Abzweigungsstelle selbst, sondern immer um einen bis zwei Quermesser höher situiert sind, was bisher nur an regenerierten freien Fäden von *Udotea Desfontainii* beobachtet worden ist (ERNST 1904).

Ganz unbekannt ist aber bei den übrigen Siphoneen jenes charakteristische Verhalten von *Rhytisiphon*, vermöge dessen die basalen Einschnürungen einer Gabelung niemals in gleicher Höhe liegen, sondern ausnahmslos an einem Aste höher hinaufgerückt sind als am andern (Fig. 1, 2 u. 7). Eine ähnliche, bezüglich ihrer Bedeutung aber nicht ganz klare Figur finde ich nur bei KÜTZING[4]) mit der Erklärung: „Teil einer Wimper (von *Udotea ciliata*), welche seitlich eine Sproß treibt."

Ebenso ungleichmäßig verhalten sich die Dreiteilungen (Fig. 3 und 4), und diese machen besonders den Eindruck, als wenn sie aus seitlichen Sprossungen hervorgegangen wären.

Die zweite Art der queren Einsenkungen ist meist flacher und zeigt jedenfalls keine merkliche Membranverdickung. Sie findet sich bei *Rhytisiphon* nur an einzelnen Abschnitten älterer, dickerer Fäden und tritt nur im Anschlusse an die Ringfurchen vereinzelt auf, außerdem fand sie sich immer mit annähernd gleichen

1) WORONIN, M., Recherches sur les algues marines cc. (Annal. sc. nat IV. 16. Bot. Tab. X, Fig. 5.) Bei *Penicillus medit.* scheinen auch halbseitige Einsenkungen (l. c. Fig 6) häufig zu sein. Diese fehlen bei *Rhytisiphon*.

2) ERNST, A., Siphoneenstudien. I. Beihefte z. Botan. Zentralbl. 13, 1903. *Dichotomosiphon tub.*, welches bisher nur aus der Schweiz und aus Nordamerika bekannt war, habe ich vor einigen Jahren auch in Bayern entdeckt, und zwar fertil in einem Waldweiher bei Starnberg. Die Alge ist übrigens bald verschwunden und war seither nicht mehr aufzufinden.

3) ERNST, A., Siphoneenstudien. II. Beihefte zum Botan. Zentralblatt 16. 1904.

4) KÜTZING, Tabul. phycolog. Bd. VII, Taf. 19a'''.

Zwischenräumen (von 1—2 Querdurchmessern) serienweise gereiht, so daß die betreffenden Fadenstücke ein annäherungsweise moniliformes Aussehen erhalten (Fig. 4). Noch ausgeprägter erscheint diese Gestaltung an HARVEYs[1]) Abbildung der freien Fäden von *Penicillus arbuscula* Mont. Die Furchen sind hier so einschneidend, daß sie auf den ersten Blick an die basalen Einschnürungen unserer Alge erinnern. Aus der in genügender Vergrößerung gehaltenen Figur 4 der zitierten Tafel ist aber ersichtlich, daß kein Membranring vorhanden ist und daß es sich nur um Furchungen handelt.

Während bei *Rhytisiphon* der größere Teil des Thallus rein zylindrisch ist, erscheint an HARVEYs Alge der ganze untere Abschnitt durchaus moniliform, und am oberen Teile wechseln kurze, fast kugelige mit mehrfach längeren zylindrischen Abschnitten in ziemlich regelmäßiger Weise ab (Fig. 3 l. c.).

Der genannte Autor hat als erster darauf aufmerksam gemacht, daß ganz junge Pflanzen von *Penicillus arbuscula* noch keinen „Stiel" besitzen, sondern nur aus konfervoiden Fäden bestehen, wie seine Figur 2 darstellt. Ein ähnliches Verhalten hat dann ERNST (l. c. 1904) von *Udotea minima* beschrieben, und es entstand für uns die Frage, ob die neue Alge nicht das Jugendstadium einer andern komplizierter gebauten Siphonee darstelle.

Nachdem sich an dem ersten Exemplare, welches mir zugekommen war, keine Andeutung einer derartigen Beziehung gefunden hatte, habe ich bei der Entdeckerin der Alge angefragt, ob am Fundorte noch eine andere Siphonee vorhanden gewesen sei. Aus der Antwort ergab sich, daß dies nicht der Fall war und an zwei weiteren Proben fand sich ebensowenig eine Spur von Stielbildung oder von sekundärer seitlicher Verzweigung, wie in der ersten. Demnach müssen wir annehmen, daß hier eine selbständige Pflanze vorliegt, welche sich in keine der bekannten Gattungen einreihen läßt. Die neue Gattung stellt, wie aus vorstehendem ersichtlich ist, wohl das niederste Glied der Gruppe *Udoteae* WILLE[2]) dar, indem sie den Jugendformen und den freien Fäden dieser Pflanzen vergleichbar ist.

Cladophora stewartensis n. sp.

Taf. VII Fig. 9—11.

Cl. marina, cc. 10 cm alta, scopaeformis, ramulis rhizoideis

1) HARVEY, W., Phycologia australica. London 1858, Vol. I, Tab. XXII mit Erklärung.

2) WILLE, N., In den natürl. Pflanzenfamilien von ENGLER u. PRANTL. Nachträge zu I, 2. 1909. S. 128.

basalibus quasi discum formantibus affixa, vegetatione et apicali et intercalari donata; filis rigidulis, per totam longitudinem subaequalibus, principalibus 200—250 μ crassis; ramis longis 40—60 μ crassis, tum singulis, tum binis-quaternis, non lateraliter, sed e superiore cellulae matricalis angulo egredientibus, sine mora septum basale formantibus et erecto-subadpressis inferne cum filo connascentibus; ramulis brevibus adventivis sparsis; apicibus sensim subacuminatis; cellulis cylindratis, ad septa non constrictis, inferioribus 7—10, superioribus $1^1/_4$—5 diam. longis, membrana crassa donatis.

Hab. ad oras insulae „Stewart" Novae Zelandiae. Leg. J. E. Tilden sub N. 100.

Diese Alge steht nach ihrer Tracht zwischen den zwei Kützingschen Sektionen *„rupestres"* und *„flagelliformes"*. Die starre Beschaffenheit der Fäden ist beiden Gruppen gemeinsam. Die basalen Verwachsungen erinnern an die erste Sektion, während das Vorherrschen von langen rutenförmigen und nur spärlich mit kurzen Zweiglein besetzten Ästen sich an *Cl. flagelliformis* (Suhr.) Kütz. und *Cl. virgata* (Ag.) Kütz. wiederfindet. Mit letztgenannter Art hat die unserige auch eine außergewöhnliche Ursprungsweise der Äste gemeinsam, indem diese nicht, wie bei den meisten andern Cladophoren, seitlich aus dem obersten Ende der Längswand, sondern aus der Kante hervorbrechen, welche diese Wand mit dem oberen Septum bildet. Dadurch sind die Äste schon von vornherein etwas nach oben gerichtet (Fig. 11).

Ähnliches habe ich gelegentlich schon an anderen marinen *Cladophora*-Arten beobachtet, nicht aber den bei unserer Art vorliegenden weiteren Umstand, daß die Basalscheidewand des Astes schon zu einer Zeit angelegt wird, zu welcher dieser erst einen kleinen Höcker darstellt, dessen Höhe kaum seinen Quermesser erreicht hat (a in Fig. 11). Dieses Verhältnis erwies sich an meinem Material als konstant und ist deshalb bemerkenswert, weil die große Mehrzahl die Cladophoren eher zu einer Verzögerung der Septierung neigt. Nur an *Cl. virgata* bildet Kützing[1]) zwei solcher Ursprünge ab, so daß die sofortige Scheidewandbildung auch bei dieser Alge zum mindesten nicht selten zu sein scheint. *Cl. virgata* erscheint aber auf der zitierten Abbildung nicht so starr wie unsere Art, und weicht ferner durch das Fehlen basaler Zweigverwachsung, durch eine um das Doppelte stärkere Fadendicke und durch terminale Verdickung der Zweigspitzen ab. An unverletzten Pflanzen von *Cl. stewartensis* sind sämtliche Zweigenden nach der

1) Kützing, F. T., Tabulae phycologicae Bd. III, Taf. 77 Ia

Spitze zu etwas verdünnt. An andern Exemplaren findet man sie auch oft stumpf abgerundet oder gestutzt. Eine Vergleichung dieser verschiedenen Formen stellt aber außer Zweifel, daß die normalerweise etwas zugespitzten Enden oft durch äußere Einflüsse zerstört werden und daß die breit abgerundeten Enden vernarbte Stümpfe darstellen. (Fig. 10.)

Man kann nun wohl einen biologischen Ausgleich dieser Vulnerabilität darin erblicken, daß die Alge eine reichliche Entwicklung adventiver Äste und zugleich — insbesondere an den gestutzten Fäden — interkalare Zellteilung besitzt (i Fig. 10). Auf diese Wachstumsverhältnisse ist schließlich auch die weitere Besonderheit zurückzuführen, daß sich bisweilen ein die ganze Pflanze durchsetzender Hauptstamm vorfindet.

Rhizoclonium fissum n. sp.

Taf. VII Fig. 12—18.

Rh. filis crispatis, 12—17 μ, vulgo 15 μ crassis, subaequalibus, raro ramos laterales emittentibus et interdum angulatis; ramulis rhizoideis deficientibus; cellulis cylindratis, 2—5 diam. longis; membrana 3—4 μ crassa, utrinque secus septa vetusta per aliquantum spatium intus incrassata, extrinsecus quasi squamosa; septis vetustis usque ad 5—8 μ incrassatis, poros centrales praebentibus; propagatione, quantum conjectare licet, zoosporarum ope eveniente. Hab. Rotorua Novae Zelandiae in aqua dulci. Leg. J. E. Tilden sub N. 104.

Die sichere Klassifizierung dieser Alge stieß schon um deswillen auf Schwierigkeiten, weil der Zellinhalt des vorliegenden Formolmaterials körnig zerfallen war, und zwar in einer Weise, welche vermuten läßt, daß die Pflanzen sich schon bei der Einsammlung nicht mehr in normaler Verfassung befunden hatten. Immerhin ist so viel zu erkennen, daß es sich um eine bemerkenswerte Form handelt, welche einen Platz in der Literatur beanspruchen darf.

Die Spaltungen[1]) der Membran erinnern teils an *Conferva*, teils an *Trentepohlia*. Auf letztere Gattung weisen auch die Dicke der

1) Zu einer vollständigen Aufklärung des Membranbaues erwies sich das Material als ungeeignet. Aber selbst unter der Voraussetzung, daß die Spaltungen auf einem Zersetzungsvorgange beruhten, sind sie doch von Bedeutung, weil ich dergleichen an dem sehr reichlichen und oft in ziemlich defekten Zustande befindlichen Materiale der verschiedensten *Rhizocl.* ähnlichen Formen, welche mir schon durch die Hand gegangen sind, noch niemals beobachtet habe.

Zellhaut und die Tüpfelung der Querwände hin, während die hydrophile Lebensweise und der Mangel an Hämatochrom dagegen sprechen. Anderseits finden wir die an unserer Alge auffallende beträchtliche Verdickung älterer Scheidewände bei der Gattung *Binuclearia* wieder; an dieser sind aber noch keine Äste beobachtet worden.

Dagegen besitzen wir in der Gattung *Rhizoclonium* eine ziemlich gastfreie Gruppe, welcher mehrere recht außergewöhnliche Formen zugeteilt werden, wie z. B. *Rh. Berggrenianum* Hauck[1]). Diese durch Aplanosporen sich vermehrende Alge kommt in derselben Gegend vor, wie die unserige und stimmt mit ihr auch nach Fadendicke und Verzweigungsart überein. In bezug auf Beschaffenheit der Membran und der Scheidewände bestehen aber erhebliche Differenzen, so daß eine gegenseitige Beziehung kaum anzunehmen ist.

Neuerdings ist nun eine andere Alge zu *Rh.* gezogen worden, welche zwar unverzweigt und erheblich kleiner ist als die unserige, aber eine ähnliche Membranstruktur zu besitzen scheint. Wille[2]) faßt sie hypothetisch als ein durch endozootische Lebensweise umgebildetes *Rhizoclonium* auf und bezeichnet sie als *Rh. Kerneri forma endozootica.*

Somit findet unsere Alge wenigstens hinsichtlich des Membranbaues einen gewissen Anschluß innerhalb jener Gattung, welcher ihre Tracht entspricht und in welcher wir sie einstweilen unterstellen wollen; als spezielle Eigentümlichkeit bleibt ihr aber die Beschaffenheit älterer Scheidewände. Diese sind deutlich aus drei Schichten zusammengesetzt, von welchen die dünne mittlere zugleich als Schließhaut des Tüpfels fungiert, während die zwei äußeren von der verdickten Mittelschicht der beiden Nachbarzellen gebildet werden und von je einem Porus durchsetzt sind (Fig 18). Alte Fadenabschnitte können in der Weise zerfallen, daß sich die Septa längs der Mittelschicht spalten. Mehrmals sind mir auch inhaltsleere Zellen vorgekommen, welche mit einer seitlichen Öffnung versehen waren und entleerte Sporangien vorzustellen schienen (Fig. 17).

1) Siehe Nordstedt, O., in Botaniska Notiser 1887, p. 154. Die Existenz dieser Aplanosporen ist von Gay (Recherches cc. 1891, p. 30) mit Unrecht bezweifelt worden. An einem Originalexemplare von *Rh. Berggr.*, welches ich seinerzeit durch die Güte des Herrn Prof. Nordstedt erhalten habe, ist der ganze Entwicklungsgang von den ersten Anfängen bis zu der durch Verschleimung der Mutterzellhaut bewirkten Befreiung dieser ansehnlichen Gebilde noch heute deutlich zu erkennen

2) Wille, N., Algologische Notizen XIX in Nyt Magazin for Naturvidenskaberne 48. Kristiania 1910 p. 291 u. f. mit Tafel II Fig. 29—37.

Die Membran ergab mit Chlorzinkjod keine Zellulosereaktion, sondern wurde nur etwas gequellt. Gegen verschiedene Farbstoffe zeigte sie sich ziemlich unempfindlich; relativ am besten färbte sie sich durch Kongorot, wodurch auch die außerdem schwer aufzufindende Tüpfelung deutlicher hervortrat.

Boodlea composita (Harv. et Hook.) Brand *forma irregularis* n. f.

Forma filis coactis, ut plurimum irregulariter ramosis et nonnisi passim regulariter pinnatis; fibulis saepius elongatis et interdum rhizoidali modo transformatis.

Hab. Tautira insulae Tahiti ad scopulos. Leg. J. E. TILDEN sub N. 105.

Die Tracht dieser Form entspricht auf den ersten Blick mehr jener von *B. coacta* (Dickie) Murr. et. Bood., indem ihre unregelmäßige Verzweigung verfilzt und nach allen Richtungen durch Fibeln und nebstdem durch rhizoidähnliche Gebilde gegenseitig verankert ist. Die Beschaffenheit der Zweigursprünge und das mit einiger Aufmerksamkeit immer zu konstatierende Vorkommen normal gebauter Endfiedern stellen die Zugehörigkeit zu *B. composita* außer Zweifel. Die angedeuteten Unregelmäßigkeiten lassen sich ungezwungen durch die an Riffen verstärkte Einwirkung des Wellenschlags erklären, indem hierdurch das normale Wachstum gestört werden kann.

Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1—8 *Rhytisiphon tahitense.*

Fig. 1—3. Verschiedene Formen der Abzweigung 40 : 1.
Fig. 4. Dgl. mit moniliform gefurchtem Fadenstücke 40 : 1.
Fig. 5. Ganze Pflanze cc. 3 : 1.
Fig. 6. Ende eines Terminalastes 40 : 1.
Fig. 7. Zweigursprünge stärker vergrößert, r r Einschnürungen mit Membranring, f f Furchen 80 : 1.
Fig. 8. Stück aus dem Rhizoidsystem 40 : 1.

Fig. 9—11 *Cladophora stewartensis.*

Fig. 9. Kleine Pflanze in natürlicher Größe; die Verzweigung etwas auseinandergelegt.
Fig. 10. Stumpf eines Endzweiges mit interkalarer Zellteilung i 20 : 1.
Fig. 11. Mittelstück 20 ; 1.

Fig. 12—18 *Rhizoctonium fissum.*

Fig. 12—16. Verschiedene Zweigursprünge 230 : 1.
Fig. 17. Entleertes Sporangium 470 : 1.
Fig. 18. Alte Zellen mit verdickten, getüpfelten Querwänden und Membranspalten 470 : 1.

19. W. Zaleski: Über die Rolle der Nucleoproteide in den Pflanzen.

(Eingegangen am 20. März 1911.)

MIESCHER[1]) und andere Forscher[2]) haben gezeigt, daß die Nucleoproteide den hauptsächlichsten Bestandteil der Zellkerne darstellen und im Haushalte des Organismus eine wichtige Stelle einnehmen. Unsere Kenntnisse über die Nucleoproteide, sowie über den Umsatz derselben im Organismus sind noch recht dürftig, da die Methoden der Darstellung und Bestimmung dieser Substanzen wenig ausgearbeitet sind.

Die Nucleoproteide bestehen aus einem Eiweißanteil und aus Nucleinsäure, welche durch ihre Spaltungsprodukte, hauptsächlich Phosphorsäure und Purinbasen, charakterisiert wird. Man bestimmt die Menge der Nucleoproteide nach der Quantität des Phosphors oder Purinbasenstickstoffs derselben. Ich werde an anderer Stelle verschiedene Methoden der Bestimmung der Nucleoproteide besprechen, vorläufig will ich nur kurz erwähnen, daß nach unseren Untersuchungen PLIMMERs Verfahren[3]) die geeignetste Methode der Bestimmung dieser Substanzen darstellt.

KOSSEL[4]) hat die Nucleoproteide als primäre Stoffe bezeichnet, die für die Existenz und Entwicklung der Zellen notwendig sind. Die embryonalen und drüsigen Zellen der Tiere sind reich an Kernmaterial und enthalten Nucleoproteide in einer ansehnlichen Menge. Man kann a priori vermuten, daß die Vegetationspunkte bzw. die embryonalen Zellen der Pflanzen an den Nucleoproteiden reich sein müssen, da diese Zellen durch das Vorwalten der Zellkernmasse charakterisiert werden. In der Tat wurden die Nucleoproteide in einer ansehnlichen Menge in den Embryonen von

1) MIESCHER, HOPPE, SEYLERS, Medic.-chem. Unters. 1871. Verhandl. der naturforschend. Gesellsch. zu Basel 6, 1874. Arch. f. exper. Pathol. 37, 1896.

2) Literatur bei BRUGSCH und SCHITTENHELM, Der Nucleinstoffwechsel und seine Störungen. 1910.

3) PLIMMER, Journ. of the Chem. Soc. 93, 94. W. ZALESKI, Diese Berichte 27.

4) KOSSEL, Zeitschr. f. physiol. Chem. 7. Archiv für Anat. und Physiol. 1891. Verhandl. der physiolog. Gesellsch. zu Berlin, 1891.

Weizen[1]) und Gerste[2]), sowie in den Stengelspitzen von *Vicia Faba*[3]) und Spargeln[4]) nachgewiesen. Es ist auch verständlich, daß die Asomatophyten, die embryonalen Zustand bewahren, wie z. B. Hefe[5]) und Bakterien[6]) an Nucleoproteiden reich sind.

Die Masse der embryonalen Substanz der Pflanze ist sehr gering. So sagt z. B. SACHS[7]): „Das eigentlich embryonale Gewebe dürfte nur selten 0,01 Milligramm wiegen; bei einer Pflanze mit 100 Vegetationspunkten also wäre die Masse derselben nur 1 Milligramm, bei einem Baume mit 100 000 Vegetationspunkten von Wurzeln und Sprossen also nur 1 Gramm, während die übrige Substanz Hunderte von Kilogramm beträgt."

Die Nucleoproteide fehlen keinem Zellkerne und befinden sich in den somatischen Zellen. Es ist kaum zu zweifeln, daß die Nucleoproteide auch in dem Protoplasma der Zellen sich befinden, und daß die Zellkerne nur prorentisch reicher an diesen Substanzen sind.

Es ist klar, daß bei der Neubildung der Vegetationspunkte eine Vermehrung der Nucleoproteide stattfindet. Es ist auch wahrscheinlich, daß schon während des Wachstums des embryonalen Gewebes die Vermehrung der Nucleoproteide vor sich geht, da der Teilung des Zellkerns ein Anwachsen der Kernsubstanz vorhergehen muß. Man kann vermuten, daß in diesem Falle die Phosphatide des Protoplasmas das Material zur Bildung der Nucleinsäure liefern.

Ohne Zweifel findet der Aufbau der Nucleoproteide während des Wachstums (d. h. während der Streckung) der somatischen Zellen statt. So z. B.

1. Versuch.

Es wurde ein Quantum der Blätter von *Tilia* in verschiedenen Stadien der Entwicklung derselben gesammelt, getrocknet und zur Analyse benutzt. Die Menge des Nucleoproteid-P_2O_5 wurde auf 600 Blätter berechnet.

1) OSBORN und HARRIS, Zeitschr. f. physiol. Chem., 37.

2) PETIT, Compt. rend. CXI, 1893.

3) W. ZALESKI, Diese Berichte, 25.

4) L. IWANOFF, Über die Umwandlung des Phosphors in den Pflanzen ... russ. Arb., 1905.

5) ALTMANN, Arch. Physiol., 1889. KOSSEL, Zeitschr. f. physiol. Chem., 1879, 1880, 1882.

6) NISCHIMURA, Arch. f. Hygien., 18. GALEOTTI, Zeitschr. f. physiol. Chem., 25. RUPPEL, Ibid., 26.

7) SACHS, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 1887, S. 824.

	Gewicht der bei 60° getrockneten Substanz	Nucleoproteid - P_2O_5
Blätter der sich entfaltenden Knospen 1. April . . .	3,5 g	0,0069
Junge Blätter 6. April . . .	30,0 „	0,0338
Ausgewachs. Blätter 14. April	93,1 „	0,0532

2. Versuch.

Die etiolierten Keimpflanzen von *Zea Mays* in verschiedenen Stadien der Keimung (Wasserkultur) wurden vom Endosperm abgetrennt, getrocknet und zur Analyse benutzt. Die Menge des Nucleoproteid - P_2O_5 wurde auf 830 Objekte berechnet.

	Nucleoproteid - P_2O_5
5tägige Keimlinge (ohne Endosperm)	0,0084
8 „ „ „ „	0,0142
11—12 „ „ „ „	0,0153

3. Versuch.

Es wurde eine bestimmte Menge der im Dunkeln gekeimten Samen von *Vicia Faba Windsor* (Wasserkultur) in Cotyledonen und Achsenorgane zerlegt und dann wurden diese allein getrocknet und zur Analyse benutzt. Die Menge des Nucleoproteid - P_2O_5 wurde auf 500 Objekte berechnet.

	Nucleoproteid - P_2O_5
Achsenorgane der 1tägigen Keimpflanzen .	0,0166
Achsenorgane „ 10 „ „	0,1164

4. Versuch.

Es wurde eine bestimmte Menge der etiolierten Keimpflanzen von Weizen (Wasserkultur) in verschiedenen Stadien der Keimung genommen, getrocknet und zur Analyse benutzt. Die Menge des Nucleoproteid - P_2O_5 wurde auf 600 Objekte berechnet.

	Nucleoproteid - P_2O_5
Samen	0,0125
14tägige Keimpflanzen	0,0137
19 „ „	0,0155

5. Versuch.

Es wurde eine bestimmte Menge der Zwiebeln von *Allium Cepa* in zwei Portionen geteilt. Eine dieser Portionen wurde im Dunkeln kultiviert, die andere aber in vier gleiche Teile zerschnitten und in zwei Portionen geteilt. Eine Portion der zerschnittenen Zwiebeln wurde sofort getrocknet, die andere aber in

einen dampfgesättigten dunklen Raum gebracht und dann auch getrocknet. Die Menge des Nucleoproteid - P_2O_5 wurde in Prozenten von Gesamt - P_2O_5 berechnet.

	Nucleoproteid - P_2O_5 in Prozenten von Gesamt - P_2O_5
Kontrollportion	3,0
Versuchsportion	3,0
Keimpflanzen	4,4

Die oben angeführten Versuche zeigen, daß der Aufbau der Nucleoproteide in allen wachsenden Zellen stattfindet. So sehen wir, daß die Blätter der entfaltenden Knospen, die ihr embryonales Wachstum schon beendet haben und sich hauptsächlich durch die Streckung der Zellen vergrößern, sehr energisch Nucleoproteide bilden. Weiter beobachten wir eine ansehnliche Zunahme der Nucleoproteide in den wachsenden Teilen der Keimpflanzen von *Zea Mays* und besonders in den Achsenorganen von *Vicia Faba*. Man kann nicht annehmen, daß in diesem Falle die Nucleoproteide der Reservestoffbehälter in die wachsenden Teile der Keimpflanzen übergehen. Die Zellkernübertritte zwischen den benachbarten Zellen, die verschiedene Forscher[1]) beobachteten, stellen teils pathologische Vorgänge dar, die nur nach Verwundungen auftreten, teils wurden sie durch Fixiermittel ausgeführt. Die Reserve-Eiweißstoffe unterscheiden sich von denen des Protoplasts, und sie müssen zuerst abgebaut werden, damit aus ihren Bausteinen die formativen Eiweißstoffe gebildet werden können. In der Tat sehen wir, daß während der Keimung der Samen von *Triticum* die Vermehrung der Nucleoproteide stattfindet. Dieser Aufbau ist gering, da die Keimung der Weizensamen im Dunkeln vor sich geht.

Dem gegenüber finden wir keine Zunahme der Nucleoproteide in den Zwiebeln von *Allium Cepa*, während diese sehr energisch eigentliche Eiweißstoffe bilden[2]). Diese Tatsache steht im Einklang mit meinen früheren Versuchen, die gezeigt haben, daß in den verwundeten Zwiebeln keine Zunahme der gebundenen Purinbasen stattfindet[3]). Da IWANOFF[4]) und ich[5]) gezeigt haben, daß nach der Verwundung der Zwiebeln eine Zunahme des Eiweißphosphors vor sich geht, so wäre es anzunehmen, daß sich in diesem Falle Nucleoalbumine bilden. Die Anwesenheit der Nucleoalbumine in

1) SCHWEIDLER, Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. 48, 1910.
2) W. ZALESKI, Diese Berichte 16, 1898.
3) W. ZALESKI, Diese Berichte 25, 1907.
4) L. IWANOFF, l. c.
5) W. ZALESKI, l. c.

den Pflanzen ist aber noch nicht exakt bewiesen, und ich werde später über diese Frage berichten. Hingegen beobachten wir während der Keimung der Zwiebeln sogar im Dunkeln den Aufbau der Nucleoproteide, obgleich zu erwähnen ist, daß diese Synthese schwer zu konstatieren ist, da die Zwiebeln nur eine geringe Menge dieser Substanzen enthalten.

Unsere Versuche sprechen deutlich dafür, daß die Nucleoproteide formative Stoffe darstellen, die am Aufbau des Protoplasts beteiligt sind. Die formativen Stoffe werden durch ihre relative Stabilität charakterisiert, die sich hauptsächlich im Hungerzustande des Organismus äußert. Man kann annehmen, daß diejenigen Stoffe, welche bei Inanition zuerst dem Abbau unterliegen, als Nahrungsstoffe dienen, während die intakt bleibenden Substanzen die Bestandteile des Protoplasts darstellen.

Die Stabilität der formativen Stoffe ist gewiß relativ und die Zelle stirbt oft, nachdem sie einige Zeit an ihrem eigenen Leibe gezehrt hat. Die hungernden Tiere zersetzen die Nucleoproteide der Organe[1]), und es ist wahrscheinlich, daß diese Substanzen auch in der Pflanze als Reservestoffe dienen können.

6. Versuch.

Die Stengel der 22tägigen etiolierten Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus* wurden in zwei Portionen zu je 156 Stück geteilt. Eine dieser Portionen wurde sofort getrocknet, die andere aber 14 Tage im Dunkeln im Leitungswasser stehen gelassen und dann auch getrocknet.

	Nucleoproteid - P_2O_5
Kontrollportion	0,0201
Versuchsportion	0,0206

7. Versuch.

Es wurden von 10tägigen Keimpflanzen von *Zea Mays* Endosperm und Wurzeln abgeschnitten, und dann wurden sie in zwei gleiche Portionen zu je 600 Stück geteilt. Eine dieser Portionen wurde sofort getrocknet, die andere aber 12 Tage lang im Leitungswasser im Dunkeln stehen gelassen und dann auch getrocknet.

	Nucleoproteid - P_2O_5
Kontrollportion	0,0194
Versuchsportion	0,0188

1) Nemser, Archiv d. scienc. Biologie, 7. 1899. Burian und Schur, Arch. f. ges. Physiol, 80 und 87.

8. Versuch.

Die Stengel der 14tägigen etiolierten Keimpflanzen von *Vicia Faba* Windsor wurden in zwei Portionen zu je 123 Stück geteilt. Eine dieser Portionen wurde sofort getrocknet, die andere aber 8—10 Tage im Dunkeln kultiviert und dann auch getrocknet. Es wurde an einigen Stellen das Schwärzen der Objekte beobachtet.

	Nucleoproteid - P_2O_5
Kontrollportion	0,1164
Versuchsportion	0,1150

9. Versuch.

Die Spitzen der 29tägigen Keimpflanzen von *Vicia Faba* Windsor wurden in zwei Teile von gleichem Frischgewicht geteilt. Eine dieser Portionen wurde sofort getrocknet, die andere aber 3 Tage auf destilliertem Wasser im Dunkeln kultiviert und dann auch getrocknet.

	Nucleoproteid - P_2O_5 in Prozenten von Frischgewicht
Kontrollportion	0,1020
Versuchsportion	0,1018

Die oben angeführten Versuche zeigen, daß in den hungernden Teilen der Pflanze keine Abnahme der Nucleoproteide stattfindet, da die Menge derselben in der Fehlergrenze der Analyse schwankt.

Auf den ersten Blick spricht gegen diese Schlußfolgerung die Anwesenheit der Nuclease in den Pflanzen. So habe ich die Nuclease in den Spitzen und Stengeln von *Vicia Faba* gefunden[1]), und SCHITTENHELM[2]) hat diese in den Lupinuskeimpflanzen nachgewiesen. Weiter habe ich Nuclease in den Weizenembryonen gefunden. So z. B.

10. Versuch.

Es wurden zwei Portionen der pulverisierten Keime zu je 7 Gramm genommen. Eine dieser Portionen wurde vorher gekocht und dann mit den anderen auf 13 Tage bei 36° der Autolyse unterworfen. In Kolben wurde Toluol im Überschuß eingeführt.

	Nucleoproteid - P_2O_5	Nucleoproteid - P_2O_5 Verlust in Prozenten des anfänglichen Nucleoproteid - P_2O_5
Kontrollportion (erhitzt)	0,0226	—
Versuchsportion „	0,0070	— 68

1) W. ZALESKI, Diese Berichte, 25, 1907.

2) SCHITTENHELM (Abderhalden Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden. 3, 1910).

Obgleich verschiedene Forscher in den verschiedenen Pflanzen und Organen derselben die Anwesenheit der Purinbasen nachgewiesen haben, wissen wir dennoch nicht, ob diese Stoffe durch den Abbau der Nucleoproteide oder syntetisch sich bilden.

Der Abbau der Nucleoproteide findet ohne Zweifel in den Pflanzen statt. So z. B.

11. Versuch.

Es wurden die Samen und etiolierten Keimpflanzen von *Vicia Faba* Windsor getrocknet und zur Analyse benutzt. Die Menge des Nucleoproteidphosphors wurde auf 20 Objekte berechnet.

	Nucleoproteid - P_2O_5
Samen	0,0280
10—15tägige Keimlinge . .	0,0250

Da in den Achsenorganen (Versuch 3) der Aufbau der Nucleoproteide stattfindet, und da während des Hungers derselben keine Abnahme dieser Substanzen vor sich geht (Versuch 8), so müssen wir daraus schließen, daß der Abbau der Nucleoproteide in den Cotyledonen stattfindet.

Es ist weiter kaum zu zweifeln, daß auch in den wachsenden Teilen der Pflanzen der Abbau der Nucleoproteide stattfindet. So z. B. während der Differenzierung der somatischen Gewebe, wenn diese dem Tode anheimfallen, wie z. B. bei der Ausbildung der Tracheen und anderen verholzten Elementen. Auch in den hungernden Pflanzen findet der Abbau der Nucleoproteide statt, und wenn dieser nicht zu konstatieren ist, so erklärt es sich dadurch, daß die Vermehrung dieser Substanzen in den wachsenden Teilen der Pflanze die Abnahme derselben überwiegt oder mit dieser im Gleichgewicht steht. Während des Hungers findet unter den verschiedenartigen Gewebezellen ein Kampf um die Nahrung in der Weise statt, daß die wachsenden Teile der Planze wie ein Parasit gegenüber den anderen sich verhalten. So wissen wir, daß bei dem Absterben der Organe die Stoffe derselben in die lebenden Teile der Pflanze übergehen.

Auch spricht die Verteilung der Nucleoproteide in den Pflanzen, daß diese formative Stoffe darstellen. So z. B.

	Nucleoproteid - P_2O_5 in Proz. d. Trockensubstanz[1])
Weizenkeime	0,336[2])
1tägige Keime von *Vicia Faba*	0,296
Knospenblätter von *Tilia*	0,199
Knospen von *Tilia*	0,169
Spitzen von *Vicia Faba*	0,167
5tägige Keimlinge von *Zea Mays* (ohne Endosperm)	0,136
10tägige Achsenorgane von *Vicia Faba*	0,075
Erbsensamen	0,074
Samen von *Vicia Faba*	0,063
Blätter von *Helianthus annuus* (August)	0,061
Blätter von *Tilia*	0,056

und weiter:

	Nucleoproteid - P_2O_5 in Proz. von Gesamt - P_2O_5
Weizenkeime	12,1
Knospen von *Tilia*	8,8
Erbsensamen (unreif)	3,5
Zwiebel von *Allium Cepa*	3,0

Das Substrat, in welchem sich die Lebensvorgänge des Organismus abspielen, stellt in chemischer Hinsicht ein eigentümliches System von verschiedenen Substanzen dar. Es liegen keine Gründe vor, um aus diesen Substanzen einen einzelnen Stoff herauszugreifen und diesen für die Lebenserscheinungen des Organismus verantwortlich zu machen. Wir können daher denjenigen Forschern nicht beistimmen, welche Nucleoproteide als Träger des Lebens oder der Vererbung betrachten. Die Ausdrücke „lebendes Eiweiß“ und „lebendige Substanz“ sind zu vermeiden, da sie nur Anlaß zur philosophischen Spekulation geben.

Der chemische Aufbau des Protoplasts ist uns unbekannt und wir vermuten nur, daß es eine gewisse Anzahl der Substanzen gibt, die notwendige Bestandteile desselben darstellen. Man nimmt gewöhnlich an, daß die Eiweißstoffe und Proteide den hauptsächlichsten Bestandteil des Protoplasts darstellen. Weiter ist es kaum zu zweifeln, daß die Lipoide, besonders die Phosphatide, eine wichtige Stelle in dem Aufbau des Protoplasmakörpers einnehmen.

1) Die Substanz wurde bei 70° getrocknet.
2) Die Substanz wurde bei 100—105° getrocknet.

Dafür spricht die Verteilung[1]) der Phosphatide im Organismus, sowie intravitale Stabilität dieser außerhalb des Organismus so leicht veränderlichen Substanzen. Kossel nimmt an[2]), daß auch Cholesterin zu den formativen Stoffen gehört, und wir vermuten auf Grund der noch nicht publizierten Versuche, daß die Sterine als Baustoffe der Zellen zu betrachten sind. Es ist sehr wichtig, daß die Nucleoproteide und besonders einige Lipoide Mineralstoffe[3]) enthalten, die sich als notwendige Bestandteile des Protoplasts darstellen. Es ist anzunehmen, daß die Fermente und noch andere unbekannte Substanzen dem chemischen Komplex der Baustoffe des Protoplasts angehören.

Die Verschiedenheit der Organismen, die speziellen Funktionen der einzelnen Organe und Zellen sprechen dafür, daß der chemische Aufbau der Protoplasten verschieden ist. So gibt es vermutlich im Organismus eine große Zahl verschieden gebauter Proteine, Phosphatide, und anderer Baustoffe. So habe ich gezeigt[4]), daß während des Wachstums der Spitzen von *Vicia Faba* qualitative Veränderungen in der Zusammensetzung der Nucleoproteide vor sich gehen. Auf Grund der mikrochemischen Untersuchungen vermuten Oes[5]) und Němec[6]), daß die Nucleoproteide der ruhenden und sich teilenden Kerne verschieden sind. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Proteide des Zellkerns und Protoplasmas qualitativ verschieden sind.

Die gegenseitigen Beziehungen bzw. die Bindungen verschiedener Substanzen in dem labilen chemischen Komplex, das wir als Substrat der Lebenserscheinungen betrachten, sowie die speziellen Funktionen einzelner Substanzen sind uns ganz und gar bekannt und wir können nur die Vermutungen äußern. So kann man z. B. vermuten, daß die Eiweißstoffe und Lipoide verschiedene Substanzen binden. Auf Grund der Untersuchungen über die Toxine[7]) und Fermente[8]) kann man denken, daß einige Enzyme an die Lipoide mit verschiedener Festigkeit gebunden sind. Nach dem

1) Stoklasa, Sitzungsb. d. Wiener Akad. Mathem.-Naturw. Klasse CIV, 1896. W. Zaleski, Diese Berichte, 20, 1902.

2) Kossel, l. c.

3) Über diese Frage werde ich später berichten.

4) W. Zaleski, Diese Berichte, 27.

5) Oes, Botan. Zeitung, 1908. Zeitschr. f. Botanik, 1910.

6) Němec, Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen, 1910.

7) Oppenheimer, Handbuch der Biochemie der Menschen und der Tiere.

8) W. Zaleski, Biochemische Zeitschr. 31, 1911.

Tode der Zellen wird diese Bindung zerstört, und die Fermente werden freigegeben, und je nach dem Charakter der Enzyme und des Mediums wird ihre Arbeit verschieden beeinflußt. Auf diese Weise wäre es möglich, den Unterschied in der Arbeit der Fermente in lebenden und abgetöteten Pflanzen zu erklären.

Die chemische Ungleichwertigkeit der verschiedenen Bereiche des Protoplasts bedingt die Lokalisation der chemischen Prozesse an verschiedenen Stellen desselben. Diese Tatsache könnte uns die räumliche Abgrenzung der chemischen Vorgänge in den Zellen erklären, die einige Forscher als die notwendige betrachten. Dann wäre es überflüssig, die Existenz der kolloidalen Trennungsmembranen (alveolare Struktur) für den Verlauf der chemischen Reaktionen in der Zelle anzunehmen, wie es HOFMEISTER tut[1]). Es ist jedoch nicht zu verneinen, daß auch die physikalischen Eigenschaften der Kolloide des Protoplasts genügen mögen, um uns die Tatsache zu erklären, daß in der Zelle die verschiedensten chemischen Prozesse nebeneinander vor sich gehen.

Die oben angeführten Anschauungen von dem chemischen Aufbau des Protoplasts und von den Funktionen der Baustoffe desselben, die meistenteils von verschiedenen Forschern ausgesprochen wurden, mögen genügen, um klar darzulegen, daß wir keine bestimmte Kenntnisse über diese Fragen haben. Daher können wir denjenigen Forschern nicht beistimmen, die den Nucleoproteiden eine bestimmte Rolle in einigen Prozessen, wie Vererbung, Atmung usw., zuschreiben.

Charkow, Pflanzenphysiologisches Laboratorium.

1) HOFMEISTER, Chemische Organisation der Zelle, 1901.

20. H. Miehe: Die sogenannten Eiweißdrüsen an den Blättern von Ardisia crispa A. DC.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 22. März 1911.)

Da bis zur Publikation meiner in Java begonnenen und nunmehr abgeschlossenen Studien noch einige Zeit verstreichen wird, möchte ich hier wenigstens über eine Untersuchung einen kurzen Bericht geben. Sie betrifft die dem Systematiker wohlbekannten „Eiweißdrüsen" der *Ardisia crispa*. Diese merkwürdigen, an dem Blattrande gleich einem Perlenornament verteilten, knotigen Verdickungen erregten im Buitenzorger Garten meine Aufmerksamkeit, so daß ich sie mikroskopisch untersuchte. Es stellte sich heraus, daß es Bakterienknoten sind.

Die nach meiner Rückkehr an lebendem Material fortgesetzte Untersuchung ergab das folgende Resultat.

Die Bakterien kommen bereits im Samen vor, gehen bei der Keimung auf den Vegetationspunkt über, wachsen mit ihm und dringen von hier aus in besondere Organe der jungen Blattanlagen, wo sie sich massenhaft interzellular entwickeln. Bei der Anlage der Blüten werden sie in die Fruchtknotenhöhlung eingeschlossen und müssen schließlich, da sie sich ja im Samen finden, in den Embryosack gelangen. Damit ist der Kreislauf geschlossen. Daß Bakterienknoten in Blättern vorkommen, ist durch ZIMMERMANN[1]) bei einigen Rubiazeen entdeckt worden. ZIMMERMANN hat zwar die Entwicklung der Knoten verfolgt, aber die Frage nach der Herkunft der Bakterien nicht berührt. Er vermutet nur, daß sich Bakterien zwischen den jungen Blättern ansammeln und infolge gewisser anatomischer Eigentümlichkeiten der Blätter diese konstant infizieren, und fragt sich schließlich, ob nicht gar ein Fall von Symbiose vorliege.

Abgesehen davon, daß durch obige Befunde Bakterienknoten in einer ganz anderen Familie (der der Myrsinazeen) nachgewiesen wurden, ist dieser Fall insofern eigenartig, als er das erste Beispiel einer erblichen Genossenschaft zwischen Pflanzen und Bakterien darstellt. Ich vermute, daß sich ihm die

1) A. ZIMMERMANN, Über Bakterienknoten in den Blättern einiger Rubiazeen, Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. 37, S. 1, 1902.

ZIMMERMANNschen Rubiazeen (*Psychotria*, *Pavetta*, *Gramilea*) anschließen werden, habe aber auf die Untersuchung dieser Objekte verzichtet, da mir bekannt geworden ist, daß sie von anderer Seite studiert werden.

Die physiologische Bedeutung der Genossenschaft kann erst dann beurteilt werden, wenn es gelingt, sie zu sprengen, d. h. ardisienfreie Bakterien und bakterienfreie Ardisien zu kultivieren. Beides scheint nach meinen bisherigen Erfahrungen ein ebenso langwieriges als schwieriges Unternehmen zu sein. Doch habe ich die Absicht, die physiologisch-experimentelle Seite des interessanten Faktums weiter zu verfolgen.

Außer *Ardisia crispa* besitzen sämtliche von MEZ[1]) unter das Subgenus *Crispardisia* vereinigten Ardisien, sowie die kleinen Genera *Amblyanthus* und *Amblyanthopsis* die Blattknoten. Wir dürfen wohl annehmen (und bei einigen Arten habe ich mich bereits davon überzeugt), daß sie sich alle so wie *Ardisia crispa* verhalten, daß also das systematisch wichtige Merkmal „Eiweißdrüsen" in „Bakterienknoten" umgeändert werden muß. Auch die anatomische Deutung, welche V. HÖHNEL[2]) den Knoten gab und die von SOLEREDER[3]), GROSSE[4]) und den Systematikern im wesentlichen übernommen wurde, ist nicht mehr aufrechtzuerhalten.

In bezug auf alle Einzelheiten verweise ich auf meine mit Abbildungen versehene, ausführliche Darstellung, die einen Teil einer zusammenfassenden Publikation bilden wird.

---

1) MEZ, C., *Myrsinaceae*. im Pflanzenreich, 9. Heft, 1902.

2) F. R. v. HÖHNEL, Anatomische Untersuchung über einige Sekretionsorgane der Pflanzen. Sitzungsberichte der mathem.-naturwissensch. Klasse der Kaiserl. Akademie der Wissensch. Wien, Bd. 84, I. Abteil., 1882, S. 583.

3) SOLEREDER, H., Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart 1899, S. 574.

4) GROSSE, A., Anatomisch-systematische Untersuchungen der Myrsinaceen. Botan. Jahrb. f. Systematik usw. Bd. 41, 1908, 5. Beiblatt, S. 40.

21. Arthur Meyer: Bemerkungen zu G. Lewitsky: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen.

(Eingegangen am 25. März 1911.)

LEWITSKY hat bei E. STRASBURGER und S. NAVASCHIN eine Arbeit ausgeführt, welche in dieser Zeitschrift (Jahrgang 1910, Bd. 28, Heft 10) veröffentlicht worden ist. Das Hauptresultat dieser Arbeit ist der Satz: Die Chromatophoren (Trophoplasten) entwickeln sich aus Chondriosomen.

Wenn letzteres richtig wäre, so wäre damit etwas ganz Neues für die Pflanzenzelle entdeckt. Bisher haben wir nämlich in der Pflanzenzelle nur unterscheiden können: 1. Organe des Protoplasten, Gebilde, welche sich allein durch Teilung fortpflanzen, 2. alloplasmatische Gebilde, welche durch Umwandlung des normalen Zytoplasmas entstehen, wie z. B. die Geißeln, die Hautschicht, die Vakuolenwände, und 3. ergastische Gebilde, welche ganz neu entstehen können, wie z. B. die Stärkekörner und die Oxalatkristalle. Nun würden aber in den Chromatophoren nach der Meinung von LEWITSKY noch 4. Gebilde hinzukommen, welche aus besonderen, ihnen morphologisch und physiologisch nicht gleichwertigen, nicht zum normalen Zytoplasma gehörigen Anlagen, die auch noch allerhand anderes werden können, entstehen. Nach MEVES (Arch. f. mikrosk. Anatomie, 1908, 22. Bd., S. 845—47) sollen aus den Chondriosomen der tierischen Zelle außer Neurofibrillen, Muskelfibrillen, die wir zu den alloplasmatischen Organen rechnen, auch noch sicher organische Gebilde, wie Fettkörner, Dotterkörner, Pigmentkörner usw. hervorgehen.

Aber dieses ganz Neue ist wohl sicher nicht gefunden; der Satz von LEWITSKY, daß die Chromatophoren aus Chondriosomen hervorgehen, ist wohl sicher unrichtig.

Die von SCHIMPER (Bot. Zeitung 1883, Nr. 7—10 und Jahrbuch f. wissensch. Botanik, 1885, Bd. 16, S. 6) und von mir (Das Chlorophylkorn, Leipzig 1883) gleichzeitig und unabhängig voneinander gemachten sorgfältigen Beobachtungen führten zu dem Satze: Die Chromatophoren entstehen nur durch Teilung aus anderen Chromatophoren.

Wie steht es nun mit der Behauptung LEWITSKYs? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir zuerst erörtern, wie es sich mit

den Chondriosomen LEWITSKYs verhält. LEWITSKY fixierte seine Objekte mit BENDAs Flüssigkeit und färbte nach MEVES (Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 70, S. 417) mit Eisenhämatoxylin. Was sich nun in Form von „unregelmäßig gebogenen, teilweise etwas varikosen", verschieden stark gefärbten Fäden (S. 540) „homogenen Fäden, Körnerfäden, Körnern (S. 534)" nach dieser Methode färbt, sind LEWITSKYs Chondriosomen. Wir wissen nun aber längst, daß es für kein protoplasmatisches und alloplasmatisches Gebilde eine spezifische Färbung gibt, an welcher man es allein erkennen könnte, und wir wissen, daß zahlreiche Fälle bekannt sind, in denen ein und dasselbe Färbeverfahren ganz verschiedene Objekte, oft zugleich protoplasmatische und ergastische Gebilde, ganz gleich färbt, und wir haben also nicht das geringste Recht, die nach der Methode von BENDA-MEVES gefärbten Gebilde ohne weiteres als morphologisch und physiologisch gleichwertig anzusehen.

So wäre die erste Frage, welche man für die kritische Bewertung der LEWITSKYschen Chondriosomen zu entscheiden hätte, welche uns schon bekannten Gebilde bei Benutzung dieser Färbung tingiert würden. Die zweite Frage wäre die, ob die uns noch unbekannten Gebilde, welche vielleicht durch diese Methode sichtbar gemacht würden, alle unter sich morphologisch, mikrochemisch, physiologisch usw. gleichartig wären, so daß es gestattet wäre, *einen* Namen für sie anzuwenden. Diese Fragen wären natürlich auch für die „Chondriosomen", welche MEVES in diesen Berichten (1904, S. 284) beschrieb, zu entscheiden, für die es durchaus fraglich ist, ob sie z. B. etwas mit den „Chondriosomen" zu tun haben, die MEVES im Hühnerembryo fand. Daß verschiedenes durch die Färbemethode LEWITSKYs tingiert wird, nimmt dieser Autor ja selbst an, denn er unterscheidet unter den gefärbten Gebilden solche, deren Natur unklar ist, die er Chondriosomen nennt, und solche, die er Chromatophoren nennt.

Wollte man nun weiter den von LEWITSKY aufgestellten Satz über die Entwicklungsgeschichte der Chromatophoren beweisen, so hätte man zu untersuchen, wodurch man die „Chondriosomen" von den kleinsten, bekanntermaßen körnig oder spindelförmig oder fadenförmig erscheinenden Chromatophoren unterscheiden könne. LEWITSKY gibt dafür kein unterscheidendes Moment an. Ferner hätte man dann, wenn sichergestellt wäre, daß außer den Chromatophoren noch etwas anderes gefärbt würde (was übrigens nach Fig. 19 tatsächlich vorzukommen scheint, in der die kleinen, etwas helleren Körnchen, die in Masse neben den größeren Chromatophoren in der Zelle liegen, auch Chondriosomen genannt werden

dürften) nachzusehen, ob Übergänge zwischen den „Chondriosomen" und Chromatophoren wirklich vorkämen und ob man den Übergang dieser Chondriosomen (z. B. an Algen) nicht im lebenden Zustande der Objekte direkt beobachten könnte.

Da ich infolge meiner genauen Kenntnis des Verhaltens der Chromatophoren überzeugt bin, daß die Annahme von LEWITSKY unrichtig ist, und da ich mich nicht unnötig auf das von diesem Autor in Angriff genommene Gebiet begeben möchte, so möchte ich vorläufig keine Untersuchungen über die „Chondriosomen" vornehmen, es vielmehr erst LEWITSKY überlassen, Beweise für den von ihm ausgesprochenen Satz zu erbringen.

22. J. M. Geerts: Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von Oenothera gigas.

(Eingegangen am 25. März 1911.)
(Mit Tafel VIII.)

Oenothera Lamarckiana führt bekanntlich in den vegetativen Kernen 14 Chromosomen, in den generativen 7 Chromosomen[1]). *Oenothera gigas* aber 28 resp. 14[2]). In den Bastarden von *O. Lamarckiana* mit *O. gigas* ist also eine mittlere Zahl zu erwarten. Von großer Wichtigkeit ist nun das Verhalten der Chromosomen in den Reduktionsteilungen dieser Bastarde. Aus diesem Grunde fixierte ich im Jahre 1907 und 1908 im Versuchsgarten von Professor HUGO DE VRIES in Amsterdam Material von Kreuzungen von *O. lata* (welche auch 14 Chromosomen führt) mit *O. gigas* und von dem Bastarde *O. Lamarckiana* × *O. gigas*.

Wie HUGO DE VRIES in diesen Berichten[3]) publizierte, bildet die Kreuzung *Oenothera gigas* × *O. Lamarckiana* eine konstante, zwischen den beiden Eltern die Mitte haltende Rasse, während die reziproke Kreuzung diesem Bastarde äußerlich gleich ist.

Die Kreuzung *O. lata* × *O. gigas* gibt zur Hälfte Individuen, welche die Merkmale beider Eltern in sich vereinigen, und

1) GATES, Bot Gazette, Bd. 44, Nr. 1, Juli 1907; GEERTS, Diese Berichte, Bd. 25, S. 191—195, April 1907 und Bd. 26a, S. 608, 1908.

2) Miss. A. LUTZ, Science N. S., Bd. 26, S. 151—152, August 1907.

3) Diese Berichte, Bd. 26a, Heft 10, S. 754—762, 1908.

zur anderen Hälfte solche, welche den Bastarden zwischen *O. Lamarckiana* und *O. gigas* gleich sind.

Von beiden Typen, welche ich den *lata*-Typus und den *gigas*-Typus nennen werde, weiter von *O. Lamarckiana* × *O. gigas* und von *O. gigas* × *O. Lamarckiana* und außerdem von *O. Lamarckiana* × *O. gigas*, einem Individuum der zweiten Generation, wurde Material fixiert. Dabei wurde die starke FLEMMINGsche Flüssigkeit und später die HEIDENHAINsche Eisenhämatoxylinfärbung verwendet.

In einer Arbeit „The Behavior of Chromosomes in *Oenothera lata* × *O. gigas*“ [1]) berichtet GATES, daß der Bastard in den generativen Kernen 10 oder 11 Chromosomen enthält.

Da seine Resultate und Diskussionen (siehe auch Archiv für Zellforschung, 3. Bd., 4. Heft [2]) meiner Ansicht nach nicht sehr wahrscheinlich sind, studierte ich im botanischen Laboratorium von Professor WENT in Utrecht das oben genannte Material. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung werde ich kurz zusammenfassen.

Da ich hauptsächlich die Reduktionsteilungen studieren wollte, wurden solche Blütenknospen dieser Bastarde geschnitten, welche wahrscheinlich diese Teilungen zeigen würden. Dazu wählte ich die Knospen nach meiner Tabelle [3]), welche die cytologische Entwicklung in Beziehung zur Blütenentwicklung für *Oenothera Lamarckiana* darstellt. In etwa 50 pCt. dieser Präparate wurde wirklich die Reduktionsteilung gefunden, während die andere Hälfte entweder die Synapsis oder die Tetrade zeigte. Dieses Resultat illustriert meiner Ansicht nach deutlich die Zuverlässigkeit der Tabelle.

Untersuchung der Kreuzung von *Oenothera lata* mit *O. gigas*, *lata*-Typus:

In Äquatorialplatten sind 21 Chromosomen zu zählen. Während in den Kernen der *Oenothera Lamarckiana* alle Chromosomen paarweise Anordnung zeigen, sind in diesen Kernplatten deutlich 7 Paare und 7 gesonderte Chromosomen sichtbar. (Taf. VIII, Fig. 7, 8 und 9.)

Die vegetativen Kerne teilen sich ganz regelmäßig. Es entstehen 21 Chromosomen aus dem ruhenden Kerne, welche nicht bevor sie in der Kernplatte angelangt sind, die Längsspaltung zeigen. Das Auseinanderweichen der Chromosomenhälften geschieht ganz regelmäßig, zu jedem Pole gehen 21 Chromosomen.

In den Präparaten dieser Hybriden konnte ich die synaptischen

1) Bot. Gazette, Bd. 48, S. 179—198, September 1909.

2) GATES, The Stature and Chromosomes of *Oenothera gigas* de Vries.

3) Rec. d. Trav. Bot. Néerl. 5, 1909, S. 199.

Erscheinungen in den Pollenmutterzellen sowie in den Embryosackmutterzellen an einigen Hunderten derartiger Stadien studieren. Die Synapsis stimmt ganz mit den für *Oenothera Lamarckiana* angegebenen Synapsisphasen überein. In den früheren Prophasen der Reduktionsteilung, in dem Synapsisknäuel, wurden nie Doppelfäden beobachtet; die Chromosomen weisen nur, wenn sie dem Pole etwas mehr genähert sind, eine Längsspaltung für die zweite Teilung auf. Gleich wie bei den vegetativen Teilungen wird die Längsspaltung also sehr spät sichtbar. In vielen Pflanzen ist bei den vegetativen Teilungen die Längsspaltung schon in der Prophase zu beobachten, sodaß die Doppelnatur der den Synapsisknäuel bildenden Fäden auch als Längsspaltung zu deuten ist, wie Miß DIGBY neuerdings für *Galtonia candicans* behauptet[1]). In der Gattung *Oenothera* findet man während der Synapsis kein Zusammentreten zweier Fäden, nach den übereinstimmenden Erfahrungen von DAVIS[2]), GATES[3]) und dem Verfasser[4]) und im Synapsisknäuel ist keine Längsspaltung sichtbar. Weil auch in den vegetativen Teilungen diese Spaltung erst in der Kernplatte hervortritt, ist es meiner Ansicht nach sehr wahrscheinlich, daß in vielen Pflanzen die Doppelfäden der Synapsis als Ergebnis einer Längsspaltung anzusehen sind, m. a. W. daß eine Telosynapsis auftritt.

In unseren *Oenothera*-Bastarden treten die Chromosomen aus dem Knäuel in der vegetativen Zahl hervor, also 21 (Fig. 1). Nach der Auflösung der Kernmembran zeigen sie den Anfang der paarweisen Anordnung, aber es entstehen nur 7 Paare, während 7 Chromosomen ungepaart bleiben. Bei der ersten Teilung, bei der Reduktionsteilung, trennen sich von den 7 Chromosomenpaaren ganze Chromosomen voneinander, welche zu je einem Pol gehen (Fig. 2). Von den 7 gesonderten Chromosomen wandern gewöhnlich 3 nach dem einen, 4 nach dem anderen Pole (Fig. 2), bisweilen liegen sie unregelmäßig in der Spindel zerstreut oder sind vielfach zerteilt (Fig. 3b). Zu jedem Pole gehen also 7 Chromo-

1) Annals of Botany, Vol. XXIV, Nr. XCVI, Oktober 1910.

2) DAVIS, Pollen Development of *Oenothera grandiflora*, Annals of Botany, Vol. XXIII, Nr. XCII, Oktober 1909.

DAVIS, The Reduction Divisions of *Oenothera biennis*, Annals of Botany, Vol. XXIV, Nr. XCVI, Oktober 1910.

3) GATES, A Study of Reduction in *Oenothera rubrinevis*, Bot. Gazette, 46, Juli 1908.

4) GEERTS, Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera Lamarckiana*, Recueil Trav. Bot. Néerl. 5, 1909.

Diese Berichte 26a, Heft 8, 1908.

somen, welche, wenn sie dem Pole etwas mehr genähert sind, schon die Längsspaltung für die zweite Teilung als eine mehr oder weniger tiefe Einschnürung aufweisen und 3 oder 4 Chromosomen, welche meistens unregelmäßiger und weniger deutlich gespalten sind. Bisweilen erreichen sie die Pole nicht und treten also, wenn sich um jeden Kern eine Wand ausbildet, nicht in die Kerne ein. In den ruhenden Kernen sind oft die Chromosomen schwer zu sehen.

Bei der zweiten Teilung werden 7 deutlich gespaltene Chromosomen in die Kernplatte eingereiht und 3 oder 4 kleinere, welche entweder eine mehr oder weniger tiefe Einschnürung zeigen oder sehr unregelmäßig gebildet sind (Fig. 5 und 6). In jeder Spindel lösen sich also von 7 Chromosomen die Hälften voneinander und wandern nach dem Pole, während die anderen Chromosomen in der Spindel verteilt liegen oder in Stückchen zerfallen. Zu den 4 Polen gehen also immer 7 deutliche Chromosomen und oft eine Zahl unregelmäßiger Chromosomen oder Chromatinstückchen. Wenn die Tetradenkerne entstehen, wird bisweilen dieses Chromatin in den Kern aufgenommen, aber meistens liegen außerhalb der Kernwand auch Chromatinteilchen. Diese Chromatinstücke, welche außerhalb der Kerne zurückgelassen werden, entwickeln sich oft zu Zwergkernen, in den jungen Pollenkörnern sowie in dem jungen Embryosacke. Beim Auswachsen des Embryosackes verbleichen diese Zwergkerne und verschwinden allmählich.

Untersuchung der anderen Bastarde.

Die Reduktionsteilungen in dem *gigas*-Typus und in den beiden Bastarden *Oenothera gigas* × *O. Lamarckiana* und *O. Lamarckiana* × *O. gigas* stimmen mit den oben Beschriebenen ganz überein. Auch in diesen Hybriden zeigen die generativen Zellen 10 oder 11 Chromosomen und gehen vielleicht 3 oder 4 zugrunde (Fig. 4 und 6). In den vegetativen Kernen eines Individuums der zweiten Generation von *O. gigas* × *O. Lamarckiana* wurden denn auch 14 Chromosomen gefunden (Fig. 10, 11 und 12).

Oenothera gigas × *O. Lamarckiana* ist ein konstanter intermediärer Bastard: die Pflanzen der zweiten Generation sind also denjenigen der ersten Generation ganz ähnlich, führen aber in ihren Kernen 7 Chromosomen weniger. Sie zeigen ebenso gut wie die erste Generation die Merkmale der *Oenothera gigas*. Wenn die Chromosomen wirklich die Träger der erblichen Eigenschaften sind, genügen also 7 Chromosomen der *O. gigas* für die Vertretung aller erblichen *gigas*-Eigenschaften in diesen Hybriden. Es gibt also unter den 21 Chromosomen dieser Bastarde in der ersten

Generation 14 Chromosomen, welche von der *O. gigas* herstammen und 2mal ihre Eigenschaften vertreten. Die doppelte Anzahl Chromosomen in bezug auf ihre Mutterart ist in der *Oenothera gigas* also wahrscheinlich durch eine Längsspaltung erreicht worden. Die Reduktionsteilungen dieser Hybriden stimmen vollständig mit den Reduktionserscheinungen in dem von ROSENBERG untersuchten Drosera-Bastarde[1]) überein. Während die Drosera-Bastarde im Freien eingesammelt wurden, sind diese *Oenothera*-Hybriden durch künstliche Kreuzung von HUGO DE VRIES hervorgerufen, und ist ihre Abstammung also ganz bekannt. Außerdem konnte ich die zweite Generation wenigstens eines Individuums studieren.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung weichen von den Resultaten, welche GATES[2]) erhielt, ab. S. 195 sagt er: „The 10—11 segregation of chromosomes in the formation of the germ cells of this hybrid shows that there is not here a pairing and seperation of homologous chromosomes of maternal and paternal origin, but that the segregation tends to be into two numerically equal groups." Ich fand jedoch immer in der Äquatorialplatte der Reduktionsteilungen 7 Chromosomenpaare, so daß sich ganze Chromosomen voneinander trennen und 7 gesonderte Chromosomen, welche mehr oder weniger unregelmäßig verteilt nach den Polen wandern. Es gibt also eine Paarung und Trennung homologer Chromosomen und eine Zerstreuung der überzähligen Chromosomen.

In der Zusammenfassung seiner Arbeit „The Stature and Chromosomes of *Oenothera gigas* de Vries[3]) sagt GATES: „Increase in nuclear and cell size, consequent upon or coïncident with the doubling in the chromosome number and change in the relative dimensions of the cells in some cases will apparently account for all the differences between *O. gigas* and *O. Lamarckiana*. There is no evidence of the presence of new or additional unit characters in *O. gigas*, but the duplication in the set of chromosomes may be the only primary change."

Es ist nach den oben mitgeteilten Befunden klar, daß diese Schlußfolgerung nicht richtig ist, denn Exemplare der ersten Generation von *O. gigas* × *O. Lamarckiana*, welche 21 Chromosomen in den Kernen führen, sind denjenigen der zweiten Generation, welche

1) ROSENBERG, O., Cytologische und morphologische Studien an *Drosera longifolia* × *rotundifolia*, K. Sv. Vet. Ak. Handl., Bd. XLIII, Nr. 11, 1909.

2) Bot. Gazette, Bd. 48, S. 179 — 198, September 1909.

3) Archiv für Zellforschung, 3. Bd., 4. Heft, 1909, S. 549.

nur 14 Chromosomen haben, ganz ähnlich und zeigen beide auch die Merkmale der *Oenothera gigas*.

Wahrscheinlich wird bald im „Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais" eine mehr ausführliche Beschreibung mit mehreren Abbildungen erscheinen.

Erklärung der Tafel VIII.

Sämtliche Figuren wurden mit Hilfe eines Zeichenapparates von REICHERT gezeichnet, unter Anwendung der ZEISSschen apochr. homog. Imm. 2,00 mm und Comp. Okular 18. Vergr. 2250, Vergr. der Abbildungen ± 3000. Die Kerne wurden immer im ganzen gezeichnet, d. h. was bei verschiedener Einstellung zu sehen war, wurde in einer Zeichnung vereinigt, aber es wurde mit verschiedenem Farbenton angegeben. Dasjenige, was bei höherer Einstellung zu beobachten war, wurde dunkel gezeichnet, und das, was eine tiefe Lage hatte, erhielt einen helleren Ton.

Fig. 1, 2 und 3. *O. lata* × *O. gigas*, *lata*-Typus.

Fig. 1a. Kern einer Pollenmutterzelle nach der Synapsis. 21 Chromosomen sind hervorgetreten. Die Kernmembran ist verschwunden, das Plasma ist in die Kernhöhle vorgedrungen. Der Nucleolus ist noch sichtbar. 14 Chromosomen zeigen paarweise Anordnung. b. Dieselbe Chromosomen, die gesonderten sind weiß gezeichnet, die gepaarten dunkel, um meine Deutung der Paarung anzugeben.

Fig. 2a. Heterotypische Teilungsspindel. Anfang des Auseinanderweichens der Chromosomen. In der Mitte 7 Doppelchromosomen, wie Zeichnung b deutlich zeigt; zu dem oberen Pole gehen 4, zu dem unteren 3 gesonderte Chromosomen.

Fig. 3. Telophase der heterotypischen Teilung in der Embryosackmutterzelle aus zwei Schnitten a und b. An dem oberen Pole sind 10 Chromosomen angelangt, deren eins die Längsspaltung deutlich aufweist und einige Chromatinstücke, an dem unteren 7 längsgespaltene Chromosomen, während einige, wahrscheinlich 3, Chromosomen zerteilt sind. Die Wand ist in der Spindel (3a) gebildet.

Fig. 4. *O. lata* × *O. gigas*, *gigas*-Typus. Die beiden Kerne a und b einer Pollenmutterzelle während der Interkinese. An jedem Pole 7 längsgespaltene Chromosomen und 3 resp. 4 kleine Chromosomen

Fig. 5. *O. lata* × *O. gigas*, *lata*-Typus. Homöotypische Teilung in der Embryosackmutterzelle. 5a. 7 längsgespaltene Chromosomen senkrecht zur Spindelachse angeordnet, zwei Chromosomen sind fast an den Polen angelangt. 5b. 7 längsgespaltene Chromosomen und 4 kleine Chromosomen, von welchen eins auch gespalten ist.

Fig. 6. *O. gigas* × *O. Lamarckiana*. Pollenmutterzelle während der homöotypischen Kernteilung. Die beiden Spindeln stehen senkrecht aufeinander. In der Spindel 7 längsgespaltene und 3 oder 4 nicht gespaltene Chromosomen und Chromatinstücke. In der Kernplatte auch 7 längsgespaltene Chromosomen und 3 mehr unregelmäßige Chromosomen.

Fig. 7, 8 und 9. *O. lata* × *O. gigas*, *lata*-Typus. Vegetative Kernplatten, welche deutlich 7 Chromosomenpaare und 7 gesonderte Chromosomen zeigen. Die gesonderten Chromosomen sind in der Zeichnung punktiert. Fig. 8. Beim x ist die Lage nicht genau zu sehen. Fig. 9 zeigt außerdem ein kleines Chromosom.

Fig. 10, 11 und 12. *O. Lamarckiana* × *O. gigas*, der zweiten Generation. Diese Aequatorialplatten zeigen nur 7 Chromosomenpaare.

23. J. und W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan: Kleinere cecidologische Mitteilungen.

III. Über die unter Einfluß eines Cocciden entstandene Umbildung der oberirdischen Triebe von *Psilotum triquetrum* Sw. in dem Rhizom ähnlich gebauten Wucherungen.

(Mit Tafel IX und einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 28. März 1911.)

1. Einleitung.

Als wir noch in Salatiga wohnten, erhielten wir eine schöne Topfpflanze von *Psilotum triquetrum*, die fortwährend neue Sprosse trieb und reichlich fruktifizierte. Die stattliche, ungefähr 70 cm hohe und ebenso breite Pflanze wurde von uns, als wir nach Samarang kamen, auf zwei Töpfe verteilt und je „eine“ an einer Seite unserer Veranda aufgestellt, wo sie beide vorzüglich weiterwuchsen, obschon die Luftfeuchtigkeit in Samarang im Durchschnitte nicht so groß ist wie die in Salatiga. Nach einiger Zeit jedoch bekam die eine Pflanze ein krankhaftes Aussehen, indem ihre Triebe nicht mehr schön grün waren, sondern eine gelbliche Farbe annahmen. Außerdem entwickelten sich auch noch an den neu hervorsprossenden Zweigen eigentümliche Wucherungen, welche ihrem Aussehen nach an Kalluswucherungen denken ließen. Obschon die Pflanze fortwährend neue Achsen trieb, war nach einiger Zeit keine einzige gesunde mehr darunter zu finden. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, daß die unteren Teile dieser Triebe von einigen weißen Cocciden bewohnt waren, während wir später fanden, daß die Wucherungen die kleinen, jungen Larven von diesen Cocciden erhielten. (Siehe Taf. IX, Figur 7 c)

Wir haben hier eine eigentümliche Art von Gallen vor uns, welche etwas Ähnlichkeit mit den bekannten Hexenbesen auf-

weisen, da sie, wie diese, aus dicht auf- und zwischeneinander gedrängten kurzen Zweigen bestehen, wie wir das noch weiter zeigen werden.

Vergebens haben wir versucht, die Gallen auch künstlich hervorzurufen; das Einschneiden der Zweige, das Umhüllen derselben mit Erde oder das Aufziehen in feuchter, dunkler Umgebung hat uns nicht zum endgültigen Ziele geführt. Leider haben unsere Pflanzen diese Behandlung nicht gut ertragen. Ob diese Galle auch im Freien vorkommt, wissen wir nicht, da wir diese Pflanze nur in einem gesunden Exemplare unweit Samarangs gefunden haben.

Nachdem die eine kranke Pflanze fast abgestorben war, besserte sie sich wieder, und wir haben darnach weder die Cocciden, noch ihre Gallen weiter beobachtet.

Ein sehr junges Exemplar dieser Galle ist in Figur 5, Taf. IX, abgebildet. Die jungen Zweiglein sind in gelbliche Knötchen umgewandelt. In Figur 6 sieht man ein etwas älteres Stadium, und von diesem Zeitpunkte ab entwickeln sich fortwährend neue kurze Zweige, die nicht weiter auswachsen, sondern sich fortwährend wieder und wieder verzweigen, bis schließlich ein ganzer Knäuel von diesen kurzen, kranken Zweiglein entsteht, wie das in Figur 7 und außerdem in den Figuren 1, 2 und 4 zu sehen ist. Die Farbe dieser Wucherungen stimmt am meisten mit der von bleichem Bienenwachs überein. Gewöhnlich entstehen die Gallen aus dem Stammvegetationspunkt, seltener aus den Gipfeln der hieraus entstandenen Zweiglein, und am wenigsten aus Adventivknospen, die sich bei dieser Pflanze reichlich vorfanden. Eine junge Galle, aus einer Adventivknospe entstanden, ist in Figur 7 abgebildet, eine solche älteren Stadiums in Figur 1.

2. Über die Dichotomie von *Psilotum*.

Über die Verzweigung der Achse dieser Pflanze sind schon verschiedene Meinungen geäußert. Einer der ersten, der über *Psilotum* gearbeitet hat, ist NÄGELI[1]) gewesen; dieser Forscher hat den Bau und die Verzweigung ganz richtig gedeutet, und es ist sehr merkwürdig, daß verschiedene Autoren, welche in letzter Zeit über *Psilotum* gearbeitet haben, zu weniger richtigen Schlüssen gekommen sind. In seiner kurzen ersten Notiz über diese Pflanze gibt NÄGELI[1]) richtig an, daß die Verzweigung eine dichotomische

1) C. NÄGELI, Das Wachstum des Stammes und der Wurzel bei den Gefäßpflanzen. Beitr. z. wiss. Botanik. Erstes Heft. 1858. S. 52.

ist, während er dieses in einem zweiten Artikel[1]) noch näher befestigt. Im ersten Fall war der obere Stengel, im zweiten Fall das Rhizom Gegenstand der Untersuchung. Eine wahre Dichotomie im Sinne Hofmeisters, entstanden, indem die Scheitelzelle sich in zwei neue Scheitelzellen spaltete, hat Nägeli nicht beobachtet und scheint ihm bei einer dreiseitigen Scheitelzelle auch weniger wahrscheinlich.

Auch Solms Laubach[2]) meint, daß bei *Psilotum* keine wahre Dichotomie vorkommt, er hat niemals Zweiteilung der Scheitelzelle beobachtet und bei der Verzweigung schien es ihm, als ob der eine Zweig die Hauptachse und der andere eine Seitenachse war. Beide Zweige können zunächst auswachsen, auch kann der eine ruhend bleiben. In diesem Artikel findet man auch die verschiedenen Literaturangaben besprochen.

In den letzten Jahren haben Ford[3]) und Stiles[4]) über *Psilotum triquetrum* und *P. flaccidum* gearbeitet. Stiles spricht von einer dichotomischen Verzweigung, doch bemerkt er, daß unter jeder Gabel ein Blatt sitzt, so daß wahrscheinlich einer der Zweige achsial ist! Dieses Blatt ist nichts anderes als das Angularblatt von Velenovsky, worüber wir noch sprechen wollen. Außerdem verzweigen die Pteridophyten sich unabhängig von den Blättern. Ford spricht außer von Dichotomie auch noch von Trichotomie. Dieses ist aber nur scheinbar, da die eine Gabel sich sofort nach der Verzweigung oft wieder dichotomisch teilt, so daß drei ungefähr gleich dicke Zweige auf einer Stelle beisammen stehen. In diesem Artikel hat Ford die Anatomie von *Psilotum* ausführlich behandelt. Sie hat keine Scheitelzelle mehr beobachten können, sobald die Verzweigung anfing. Wie Nägeli schon angibt, ist es sehr schwer, die Teilungen der aus der Scheitelzelle entstandenen Zellen zu verfolgen, auch uns ist dies nicht gelungen.

In seiner klaren und für jeden in diesen Fragen Arbeitenden unentbehrlichen Arbeit hat Velenovsky[5]) die Literaturangaben über die Verzweigung der Gefäßkryptogamen kritisch besprochen.

1) C. Nägeli und H. Leitgeb, Entstehung und Wachstum der Wurzeln Ebenda Heft 4, 1868, S. 147.

2) H. Graf zu Solms Laubach, Der Aufbau des Stockes von *Psilotum* usw. Ann. d. Jard. bot. de Buitenzorg. Vol 4, 1889, S. 139.

3) S. O. Ford, The Anat. of *Psilotum triquetrum*. Ann. of. Bot. Vo. 18, 1904, S. 589.

4) W. Stiles, The structure of the aerial Shoots of *Psilotum flaccidum*. Ebenda Vo. 24, N. 94, April 1910.

5) J. Velenovsky, Vergleichende Morphologie der Pflanzen. Prag 1905. Teil 1, S. 242 u. f.

Er kommt danach durch eigene Untersuchungen zu dem Resultat, daß mit Ausnahme der Schachtelhalme, die ein quirliches Monopodium besitzen, alle Pteridophyten sich dichotomisch verzweigen, und daß die von anderen oft angegebene monopodiale Verzweigung nur scheinbar monopodial ist.

Außerdem folgt die Verzweigung ohne Orientierung zu den Blättern. Bloß bei der Dichotomie geschieht es, daß das nächste Blatt so über die Dichotomie fällt, daß es deren Winkel halbiert. Dieses Blatt nennt VELENOVSKY das „Angularblatt".

Es ist hier nicht der Ort und wir kennen diese Materie zu wenig aus eigener Anschauung, um diese Theorie hier weiter zu besprechen.

Wie auch SCHOUTE[1]) neuerdings betont, ist diese Auffassung selbstverständlich wichtig durch die allgemeine Gültigkeit der VELENOVSKYschen Befunde bei den verschiedenen Abteilungen des Pflanzenreiches. Auch in diesem Teil der Morphologie hat die makroskopische Betrachtung eher und bequemer zum Ziel geführt als die ontogenetischen Untersuchungen. Gerade bei *Psilotum* haben die Befunde an mikroskopischen Präparaten den Forscher oft zu verkehrten Schlüssen gebracht.

VELENOVSKY nennt die Verzweigung dieser Pflanze unstreitig dichotomisch. Wir haben diese Verzweigung an zahlreichen Ästen studieren können und können die Resultate von VELENOVSKY nur bestätigen. Auch in diesem Fall hat die einfache Betrachtung uns eher zum Ziel geführt als die Untersuchung mikroskopischer Präparate. Wir wollen mit letzteren anfangen.

Wie auch von den anderen Autoren angegeben wird, wächst *Psilotum* mit einer dreiseitigen Scheitelzelle. Es ist aber sehr schwer, gute Präparate zu bekommen, und als wir dachten, daß alle unsere Untersuchungen der Vegetationspunkte vergebliche Mühe gewesen waren, fanden wir zufällig in einem aus freier Hand angefertigten Präparate das, was wir suchten, und konnten wir hierdurch geleitet alles auch noch mehrere Male beobachten.

Wenn man einige junge Zweige kurze Zeit, bevor die Gabelung äußerlich sichtbar ist, auf Längsschnitten betrachtet, dann sieht man das in Fig. 10 auf Taf. IX gezeichnete Bild. Die Spitze des Stengels ist noch als ein kleines Höckerchen zu sehen (Figur 10, S. 1). Die darunter liegenden Zellen haben aber ihr Wachstum eingestellt und gehen nicht mehr in die Stele über. An beiden Seiten dieser

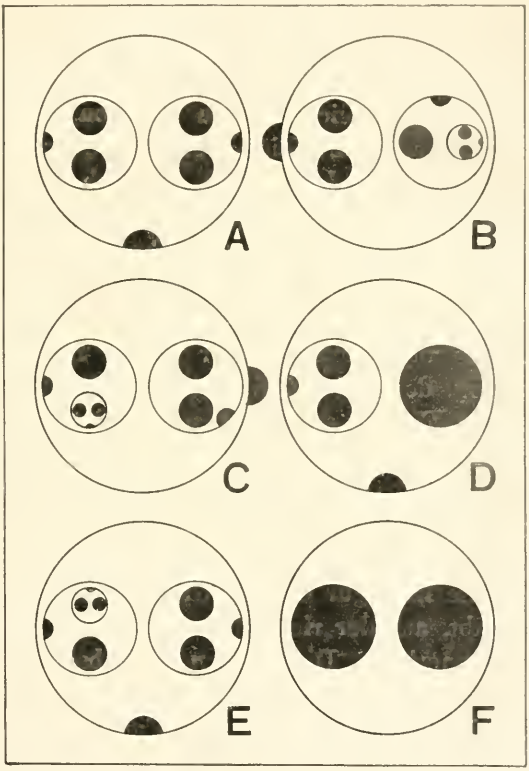
1) J. C. SCHOUTE, Die Verästelung von Hyphaene. Receuil d. trav. bot. Néerlandais. Vol. 6, 1909, S. 227.

Spitze sieht man aber deutlich zwei einander ähnliche Meristeme (S 2), welche durch einen Strang langgestreckter Zellen in Verbindung stehen mit der Stele; diese hat sich also gespalten. Man hat hier demnach deutlich eine dichotomische Verzweigung. An diesem Präparat war außerdem zu sehen, daß die Scheitelzelle S 1 ihr Wachstum wohl eingestellt hat, selbst aber noch nicht verschwunden war, denn sie zeigte deutlich den bekannten Bau und großen Kern (Figur 8, S 1). Es werden aber keine neuen Segmente mehr abgegeben. Die beiden neuen seitlichen Meristeme wachsen aber gleich mit einer Scheitelzelle weiter, die an der linken Seite war ganz deutlich zu sehen und ist in Figur 9, S 2 wiedergegeben.

Auch die einfache Betrachtung der erwachsenen Zweige zeigt ohne weiteres, daß wir hier Dichotomie vor uns haben. Die Blättchen dieser Pflanze sind klein, bei dem Rhizome fast nicht zu sehen. Sie stehen in einem Winkel von $^1/_3$ und es ist also zu erwarten, daß das Angularblatt nicht so deutlich entwickelt sein wird, wie bei den Pteridophyten mit zwei- oder vierreihig gestellten Blättern. Doch fanden wir das Angularblatt bei vielen Stengeln. Eine seitliche Verschiebung kommt oft dadurch zustande, daß der Stengel sich um seine Achse dreht, so daß speziell, wenn die Blättchen etwas niedriger am Stengel stehen, sie sich etwas schief zur Gabel stellen. Außerdem werden nicht immer alle Blättchen entwickelt. In der Textfigur haben wir verschiedene Diagramme dieser Verzweigung abgebildet. Die großen Kreise stellen den Umriß des Stengels vor, ehe er sich gegabelt hat. Die schwarzen Kreise sind die dünnsten Stengelabschnitte. Das Angularblatt oder das unter der Gabelung zuerst kommende Blatt stellen wir durch einen kleinen, halben, schwarzen Kreis dar, innerhalb oder außerhalb des Stengelumrisses, wie das in der Zeichnung am bequemsten mit dem Raum auskam.

In Figur A findet man den Typus dieser Verzweigung, wie man ihn bei *Psilotum* wiederholt beobachten kann. Jedesmal halbiert das Angularblatt den Winkel zwischen den beiden Seitenzweigen. In Figur B ist dieses Blatt nach der Seite verschoben, bei den Seitenzweigen steht es aber wieder auf der richtigen Stelle. Das Gesagte gilt ebenso für C, auch das Angularblatt der zweiten Gabelung steht hier nicht in der Medianlinie der beiden jungen Seitenzweige. In F ist ein Diagramm der Rhizomverzweigung abgebildet. An diesem Organe sind in den meisten Fällen die Blättchen nicht oder schwer zu erkennen. Außerdem wird die Verzweigungsart undeutlich durch das Hervorsprossen von late-

ralen, aus Adventivknospen entstandenen Zweigen und durch das Nichtauswachsen aller gebildeten Gabeln. SOLMS LAUBACH meint, daß dieses letztere Regel ist, und daß die Adventivknospen nur scheinbar solche und in Wirklichkeit nichts anderes sind als wieder ausgewachsene schlafende Vegetationspunkte. Wenn man aber gut wachsende Pflanzen untersucht, wie wir vor kurzer Zeit eine solche stattliche Pflanze unweit Samarang fanden, dann



sieht man, daß sowohl auf dem oberirdischen als auch auf dem unterirdischen Stamm ohne Zweifel solche Adventivknospen entstehen, welche, wie wir das an unseren Topfpflanzen konstatieren konnten, zuvor nicht entwickelt waren. Die Knospen stellen ungefähr runde Auftreibungen des Stengels dar, welche von einem sehr niedrigen Ringwalle umgeben sind. Es ist hier aber nicht der Ort, darauf näher einzugehen.

Auch die beiden Diagramme von jungen Gallen, welche man in Figur D und E abgebildet findet, zeigen deutlich die dichotome Spaltung der Zweige. Es ist wohl ein Beweis für die Bedeutung

dieser Eigenschaft, daß sie sich selbst in einem abnormalen Fall so gut bewährt hat. In den Figuren sind auch einige Fälle von Pseudotrichotomie abgebildet. In B, C und E kann man sehen, daß der eine Zweig der Gabel einfach geblieben ist, während der andere sich gleich wieder gespalten hat. Geschehen diese Spaltungen gleich nacheinander, dann findet man, wie wir schon gesagt haben, drei ungefähr gleich dicke Stengel (was in den Figuren nicht gut anzugeben war) dicht beieinander.

3. Die Galle.

Wie wir in der Einleitung schon gesagt haben, besteht die Galle aus kurzen, sehr dicht gedrungenen und wiederholt geteilten Zweiglein, welche eine bleiche Farbe besitzen. In den meisten Fällen sind die Blätter ganz klein geblieben oder verschwunden; allein an jungen Gallen sind sie noch deutlich zu erkennen. In Fig. 5 der Taf. IX findet man das jüngste Exemplar abgebildet. Auf der Spitze des normalen Stengels sieht man drei dicke Knötchen dicht beieinander sitzen.

Die neuentstandenen Zweiglein sind kurz geblieben und haben eine bleiche Farbe angenommen. Der rechte Zweig ist der eine Teil der Gabelung, der andere Teil hat sich gleich wieder gegabelt. Dieses ist auch in Figur 6 zu erkennen. Hier war die Galle etwas später entstanden, als der Stengel sich schon deutlich gegabelt hatte. Dieser Fall ist in Textfigur E schematisch wiedergegeben. Deutlich ist zu sehen, daß auch in diesem abnormalen Fall die Zweiglein sich zweifellos dichotomisch gespalten haben. Die Angularblätter, die in Figur 6 A deutlich zu sehen sind, stehen, wie Textfigur E angibt, auf der richtigen Stelle. Auch in Textfigur D ist dieses zu bemerken. Die jungen Endabschnitte verzweigen sich nun sehr schnell hintereinander, so daß endlich eine fast unkennbare Wucherung zustande kommt (Figur 1, 2, 4 u. 7 der Tafel.) Die Anatomie der Galle ist sehr einfach, wir wollen diese mit jener der ober- und unterirdischen Achsen vergleichen.

Wie von verschiedenen Untersuchern festgestellt worden ist, erstens durch NÄGELI und in letzter Zeit auch durch FORD, deren Befunde wir bestätigen können, besteht der erwachsene oberirdische Stengel von *Psilotum triquetrum* aus folgenden Elementen.

1. Die Epidermis. Diese besteht aus annähernd isodiametrischen Zellen, welche in radialer Richtung wenig länger sind als tangential und in der Länge. Die Cuticula ist gut entwickelt. Die Spaltöffnungen (Taf. IX, Fig. 12 St) liegen in den Längsfurchen des Stengels. Die beiden Schließzellen sind etwas eingesunken.

2. Zwischen der Epidermis und der Stele findet man ein Grundgewebe, das von außen nach innen aus drei Arten von Zellen besteht: a) eine äußere etwa 3—4 Zellen dicke Schicht von chlorophyllführenden, in der Längsrichtung des Stengels ausgestreckten Zellen, mit gut entwickelten Interzellularen (Figur 12); b) darunter eine 3—4 Zellen dicke Schicht von sklerenchymatisch aber sehr wenig verdickten Zellen, welche stark in der Längsrichtung des Stengels gestreckt sind und also den Fasern ähneln; c) zwischen dieser letzten Schicht und der Stele eine 13 bis 16 Zellen dicke Schicht von sehr wenig verdickten Parenchymzellen.

3. Die Stele. Die Endodermis ist sehr schwer zu unterscheiden von den umliegenden Parenchymzellen; die radial verkorkten Wände sind nur selten sichtbar. Die eigentliche Stele besteht aus dem Xylem, das in einem Kreis um das Mark herum liegt, und außerdem mit 4—7 Strängen sternförmig nach außen vorspringt. Die Xylemelemente sind Leitertracheiden. Die Protoxyleme sind sehr schwer zu erkennen und bestehen nach FORD aus Spiraltracheiden. In neuester Zeit hat BOODLE [1]) auch sekundäres Xylem beschrieben. Zwischen den Vorsätzen des Xylemes findet man ein kleinzelliges Gewebe, das von verschiedenen Forschern Phloem genannt wird. Es ist aber Niemandem gelungen, Siebgefäße darin zu finden.

Das zentrale Mark besteht aus Sklerenchymfasern mit verdickten getüpfelten Wänden.

Das Rhizom besteht ungefähr aus denselben Elementen wie der oberirdische Stengel, man findet aber einige deutliche Unterschiede.

1. Die Epidermis (Taf. IX, Fig. 11) besteht aus fast isodiametrischen Zellen ohne Cuticula. Diese Epidermiszellen können zu zweizelligen Haaren auswachsen. Spaltöffnungen sind nicht entwickelt.

2. Die drei Schichten des Grundgewebes sind nicht so deutlich voneinander zu unterscheiden. In den äußeren Zellen findet man die Pilzhyphen. Darunter liegen ungefähr 10—12 Schichten von wenig inhaltreichen Parenchymzellen, welche keine Interzellularen zeigen. Zwischen diesen Parenchymzellen, ungefähr zwei oder drei Zellenlagen von der Endodermis entfernt, findet man eine 2—3 Zellen dicke Schicht von Zellen, welche sehr stark verdickte und dunkelbraungefärbte Membranen besitzen, wie solche auch bei Farnen gefunden worden sind.

1) L. A. BOODLE, On the Occurrence of secondary Xylem in *Psilotum*. Ann. of Bot. Vol. 18, 1904, S. 505.

3. Die Stele ist nicht so regelmäßig gebaut wie die der oberirdischen Teile. Das Xylem zeigt keine Sternform, sondern besteht aus einer Anzahl regellos liegenden und weitlumigen Tracheiden. Das Mark besteht nicht aus Sklerenchymfasern, sondern aus dünnwandigen Parenchymzellen. Das Phloem ist weniger entwickelt und sehr kleinzellig.

Der Bau der vergallten Zweige zeigt folgendes.

1. Die Epidermis (Taf. IX, Fig. 13) besteht aus isodiametrischen Zellen, welche keine Cuticula zeigen. Spaltöffnungen sind ebenso nicht entwickelt. Haare sind selten, sie entstehen aber in großer Zahl auf den älteren Abschnitten, welche schon braun geworden sind. Die Haare bestehen auch aus zwei Zellen, gleich wie bei dem unterirdischen Rhizom.

2. Die Rinde besteht aus 12—14 Zellenschichten. Die Zellen besitzen wenig verdickte Wände und keine Interzellularen. Auch bei der Galle findet man in der Nähe der Stele die 2—3 Lagen von Zellen mit stark verdickten braunen Wänden. Speziell auf Längsschnitten sieht man dieses sehr deutlich, da der normale Stengel die braunen Zellen nicht, die kranken Abschnitte dagegen diese wohl zeigt.

3. Die Endodermis ist auch hier wenig deutlich. Die Stele ähnelt am meisten der des Rhizomes, da das Xylem keine Sternform besitzt und aus regellos liegenden, weitlumigen Tracheiden besteht. Man findet diese in Gruppen von 2—4 beieinander liegen. Die Phloemteile bestehen, wahrscheinlich zufolge eines großen Nahrungsbedürfnisses, aus zahlreichen kleinen aber großkernigen und protoplasmareichen Elementen.

Vergleichen wir also den Bau der kranken Zweige mit dem des oberirdischen Stengels und mit dem des Rhizomes, so sieht man ohne weiteres, daß dieser fast ganz mit dem des Rhizomes übereinstimmt. Unter Einfluß der Cocciden hat der oberirdische Stengel von *Psilotum triquetrum* sich also in ein dem Rhizome ähnliches Gebilde umgewandelt.

4. Resultate.

1. Die Vegetationspunkte und die Adventivknospen der oberirdischen Stengel von *Psilotum triquetrum* Sw. können sich unter Einfluß eines Cocciden in Gallen umwandeln.

2. Diese Gallen bestehen aus Anhäufungen von kurzen, sich wiederholt dichotomisch teilenden Ästchen, welche von bleicher Farbe sind.

3. Die Gallenäste stimmen im Bau fast ganz mit dem Rhizome überein.

4. Die Verzweigung von *Psilotum triquetrum* ist dichotomisch.

5. Bei der Gabelung bleibt die Scheitelzelle bestehen. An beiden Seiten entsteht aber ein Meristem mit je einer neuen Scheitelzelle; diese beiden Zellen wachsen weiter, während die alte Scheitelzelle ihr Wachstum einstellt.

Erklärung der Tafel IX.

1. und 2. Coccidengallen auf *Psilotum*-Stämmchen. Bei 1 ist auch eine seitliche aus einer Adventivknospe entstandene Galle zu sehen. × 1.
3. Normale Zweige, noch ehe die Gabelung deutlich wird. Nat. Größe.
4. Galle an den Spitzen der Gabeln entstanden. × 1.
5. Äußerst junge Galle. A = Angularblatt. × 3.
6. Etwas ältere Galle. × 3.
7. Aus einer Adventivknospe entstandene junge Galle. C = Coccidenlarve. × 3.
8. Scheitelzelle der Stengelspitze aus dem in Figur 10 abgebildeten jungen Stengel (S 1). × 125.
9. Scheitelzelle des in Figur 10 abgebildeten punktierten neuentstandenen seitlichen Meristemes (S 2). × 125.
10. Sehr junges Stadium der dichotomischen Gabelung des Stengels. S 1 ursprüngliches Meristem, S 2 neuentstandenes Meristem. Z Anlage der Stele. × 30.
11. Querschnitt der Epidermis des Rhizomes. × 90.
12. Querschnitt der Epidermis des oberirdischen Stengels. St = Spaltöffnung; Cu = Cuticula. × 90.
13. Längsschnitt der Epidermis der Galle. × 90

24. Georg Lakon: Über das Vorkommen von Stärkekörnern und Öltropfen in den Tracheidenhoftüpfeln des Coniferenholzes.

(Eingegangen am 29. März 1911.)

(Mit einer Textfigur.)

Mit der Untersuchung der Reservestoffe der Bäume beschäftigt, fand ich in verschiedenen Coniferenhölzern (*Picea excelsa*, *Pinus silvestris* und *P. strobus*) unerwartet in den Hoftüpfeln vereinzelter Tracheiden jüngerer Jahresringe (etwa bis 5jährig) Stärkekörner und Öltropfen. Diesem Befunde schenkte ich zuerst keine weitere Aufmerksamkeit, da ich von seiner Unmöglichkeit voreingenommen, denselben auf ein zufälliges Ausfüllen der ev. geöffneten Hoftüpfel von aus den Markstrahlparenchymzellen ausgefallenen Stärkekörnern und Öltropfen zurückführte.

Bei meinen weiteren Untersuchungen wiederholten sich jedoch ähnliche Fälle in solchem Maßstabe, daß ich mich veranlaßt sah, diesen Gegenstand näher zu prüfen.

Zunächst konnte ich nicht nur durch die direkte Beobachtung bei hoher und tiefer Einstellung des Mikroskops feststellen, daß die beobachteten Stärkekörner bzw. Öltropfen tatsächlich im Innern der intakten Tüpfel lagen, sondern auch dadurch, daß ich

gewisse stärke- bzw. ölführende Tüpfel genau ins Auge faßte, die Schnitte aus dem Präparate mittels einer Pinzette herausholte und kräftig im Wasser schwenkte; auch nach diesem Abspülen konnte ich die Stärkekörner und Öltropfen in den fixierten Tüpfeln in unveränderter Anzahl und Lage leicht wiederfinden. Auch der wiederholte Versuch an einem und demselben Schnitt ergab stets dasselbe Resultat.

Da es mir jedoch nicht ganz ausgeschlossen schien, daß beim Schneiden aus den mit Stärkekörnern bzw. Öltropfen gefüllten Markstrahlparenchymzellen solche in die Hoftüpfel durch deren Mündung hereingepreßt werden konnten — wenngleich ich solche inhaltsreichen Hoftüpfel auch dort, wo sie nur mit Tracheiden in Verbindung standen, beobachtete —, so untersuchte ich, um eine Fixierung der Stärkekörner zu erlangen, in Paraffin eingebettete Holzstücke[1]). Durch diese mit Paraffin durchtränkten Holzstücke wurden Radialschnitte hergestellt, die ich nach Entfernung des Paraffins durch Xylol in Jodjodkaliumlösung untersuchte. Auch in diesen Schnitten konnte ich mit der größten Sicherheit im Innern der Hoftüpfel vereinzelter Tracheiden Stärkekörner beobachten. Einen solchen radialen Schnitt durch Fichtenholz veranschaulicht die Figur auf S. 177, und zwar stellt dieselbe eine Partie drei benachbarter Tracheiden, von denen die mittlere in ihren Hoftüpfeln Stärkekörner aufweist, dar.

Da die Stärkekörner in zweiseitig behöften Tüpfeln zu sehen waren, wo also beiderseits Tracheiden lagen, kann hier auch von einer Thyllenbildung nicht die Rede sein.

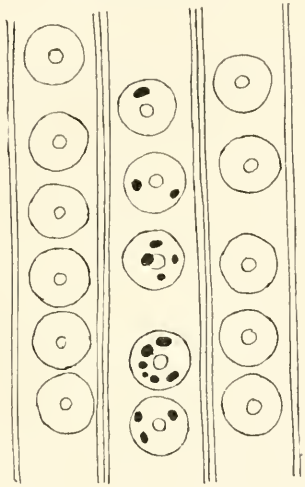
Aus diesen Versuchen, insbesondere dem letzteren, geht unzweideutig hervor, daß Stärkekörner — und auch wohl Öltropfen — in den Hoftüpfeln vereinzelter Tracheiden in sekundärem Holze (jüngerer Jahresringe) einiger Coniferen vorkommen können.

Viel schwieriger als die Feststellung der Tatsache selbst ist die Erklärung derselben. Da an eine Entstehung von Stärke ohne Beteiligung von lebendem Plasma wohl nicht zu denken ist, so bleiben nur zwei Annahmen möglich, nämlich: entweder rühren diese Stärkekörner aus früherer Zeit her, als die Tracheiden ihre Ausbildung als solche noch nicht vollständig erreicht und protoplasmahaltig waren, oder aber es sind in den Hoftüpfeln plasma-

1) Bei dieser Untersuchung mußte ich mich naturgemäß nur auf die Stärkekörner beschränken. — Bei der Einbettung mußten die Holzstücke, weil groß und schwer durchlässig, mehrere Tage in den einzelnen Flüssigkeiten verweilen.

tische Überreste geblieben, welche eine Umwandlung der in den Tracheiden vorhandenen Glycose[1]) in Stärke und Öl bewirken.

Einen unmittelbaren Nachweis von plasmatischen Spuren in den stärkeführenden Hoftüpfeln konnte ich nicht erzielen, doch sprechen meine Untersuchungen entschieden für letztere Annahme, da ich feststellen konnte, daß diese Reserveeinschlüsse der Hoftüpfel dieselben Umwandlungen erleiden wie in den lebenden Markstrahlparenchymzellen. So fand ich im Holze von *Pinus Strobus* während der Winterperiode, wo die parenchymatischen



Radialschnitt durch Fichtenholz in Jodlösung. Partie drei benachbarter Tracheiden, wovon die mittlere in ihren Tüpfeln Stärke führt. Vergr. 385.

Markstrahlzellen ausschließlich Öltropfen führten, auch in den vereinzelten Tracheidenhoftüpfeln nur Öl. Mit dem Eintritt des Frühlings dagegen, wo die Parenchymzellen viel Stärke und wenig Öl enthalten, waren auch in den Hoftüpfeln diese Substanzen in demselben Verhältnis vertreten, und es ist wohl zu erwarten, daß im Sommer dieselben total verschwinden, wie dies in den Parenchymzellen der Fall zu sein pflegt.

Da solche Umwandlungen der Stärke ohne die Mitwirkung von Plasma wohl unmöglich sind, so ist anzunehmen, daß in solchen Hoftüpfeln ausnahmsweise plasmatische Überreste erhalten geblieben sind.

Aus der Literatur sind mir nur zwei solche Ausnahmsfälle bekannt, wo in ausgebildeten wasserleitenden Gewebeelementen Stärke und Öl bzw. plasmatischer Inhalt aufgefunden wurde.

In den Zentralstrangzellen der Ausläufer von *Mnium*, den

1) Vgl. A. Fischer, Beiträge z. Physiologie der Holzgewächse (Jahrbüch. f. wiss. Botanik, Bd. 22. 1891).

Tracheiden durchaus analogen Elementen, wies Haberlandt[1]) Stärke nach, welche Umwandlungen erleidet und auf das Vorhandensein von lebendem Plasma hindeutet. Auch Öltropfen wurden daselbst beobachtet[2]).

Bei höheren phanerogamen Pflanzen hat A. Fischer[3]) Stärkekörner in den wohlausgebildeten Gefäßen des Blattstieles von *Plantago major* L. gefunden. Später machte derselbe Forscher[4]) dieselben Befunde auch in den Gefäßen und Tracheiden von anderen *Plantago*-Arten, und es gelang ihm auch, protoplasmatische Reste (in Gefäßen) sowie vollständige Wandbelege (in Tracheiden) nachzuweisen, und den Einwand Schrenks[5]), daß sich die Stärkekörner in Thyllen befänden, zu widerlegen.

In ersterem Falle, bei den Moosen, sind die erwähnten Befunde eher erklärlich, denn die Zentralstrangzellen stellen, wenngleich den tracheidalen Elementen analog und der Wasserleitung dienend, keine typischen Tracheiden dar, und sind bei diesen solche Ausnahmefälle denkbar. Bei den Gefäßen des Blattstieles der *Plantago*-Arten ist dagegen diese Erscheinung, bei der vollständigen Inanspruchnahme dieser Organe bei der Wasserleitung, von größerer Bedeutung und zeigt die große Zähigkeit des Protoplasmas. Noch wichtiger und geradezu befremdend sind jedoch die Befunde in den Hoftüpfeln des mehrjährigen sekundären Holzes der Koniferen, da hier die Tracheiden höchst entwickelt sind, und ihre Membranen eine hochgradige Verholzung aufweisen.

Ohne auf Betrachtungen über etwaige Zweckmäßigkeit eingehen zu wollen, möchte ich der Erscheinung insofern einige Bedeutung beilegen als sie zeigt, daß das Schwinden des plasmatischen Inhalts der sich ausbildenden Tracheiden zuletzt in den Hoftüpfeln geschieht und daß in diesen geschützten Räumen das zähe Protoplasma unter Umständen längere Zeit leben und wirken kann.

Tharandt, Botanisches Institut d. Kgl. Forstakademie, März 1911.

1) G. Haberlandt, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose (Jahrbüch. f. wiss. Botanik, Bd. 17 1886, S. 381). Ferner: Physiologische Pflanzenanatomie 1904, S. 282.

2) F Oltmanns, Üb. d. Wasserbewegung in d. Moospflanze und ihren Einfluß auf die Wasserleitung im Boden (Cohns Beiträge z. Biol. d. Pfl. Bd. IV, Heft 1, 1884, S. 33) und G. Haberlandt, l. c.

3) Über ein abnormes Vorkommen von Stärkekörnern in Gefäßen (Bot. Zeit. Bd. 43, 1885, S. 89—95).

4) Neue Beobachtungen über Stärke in Gefäßen (diese Berichte, Bd. IV, 1886).

5) Über die Entstehung von Stärke in Gefäßen (Bot. Zeit. Bd. 45, 1887, S. 152—154).

Einladung

zur

Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft werden hiermit zur Teilnahme an der am

Montag, den 7. August, vormittags 9 Uhr, in Danzig

im

Hause der Danziger Naturforschenden Gesellschaft

(Frauengasse 26)

stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Die Tagesordnung ist durch §§ 15 und 16 der Geschäftsordnung gegeben. Gleichzeitig werden in Danzig die freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und die Vereinigung für angewandte Botanik ihre Versammlungen abhalten.

K. v. Goebel,

z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Sitzung vom 28. April 1911.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr:

Werth, Dr. **Emil**, wissensch. Hilfsarbeiter an der Kaiserl. biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, **Friedenau** b. Berlin, Binger Straße (durch O. APPEL und W. RUHLAND).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Leininger, Dr. **Hermann**, in **Heidelberg**,
Schulz, **Hermann**, in **Kassel**,
East, Dr. **Edward Murray**, in **Cambridge**, Mass.

Der Vorstand der D. Bot. Ges. widmete Herrn Prof. GREGOR KRAUS in WÜRZBURG zur Vollendung seines 70. Lebensjahres folgende Glückwunschadresse, die dem Jubilar von Herrn Prof. FÜNFSTÜCK bei der Geburtstagsfeier überreicht wurde:

Hochgeehrter Herr Professor!

Zur Vollendung des 70. Lebensjahres spricht Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft, der Sie seit 20 Jahren als ordentliches Mitglied angehören, warm empfundene Glückwünsche aus. — Nachdem Sie unter AUGUST SCHENK, SACHS und DE BARY eine sorgfältige und vielseitige Ausbildung erhalten hatten, schufen Sie schon 1867 in Ihrer wertvollen Habilitationsschrift über die „Gewebespannung bei den Pflanzen" eine der Grundlagen für einen neuen Zweig der botanischen Forschung. Schon 1869 folgte Ihr Werk „Über die Chlorophyllfarbstoffe", welches späteren Forschern vielseitige Anregung geboten hat. 1872 nach Halle berufen, vollendeten Sie in vorbildlicher Weise die von Ihrem Vorgänger und Lehrer DE BARY begonnene Aufgabe, ein modernes botanisches Institut zu schaffen.

Von Ende der 70er Jahre an waren Sie mit Erfolg als Forscher

auf dem Gebiete der chemischen Physiologie tätig, wofür insbesondere die 1886 erschienene Arbeit „Grundlinien einer Physiologie des Gerbstoffes" ein schönes Zeugnis ablegt. Ihre 1893 und 1894 nach Indien und Java ausgeführte Forschungsreise bereicherte unsere Wissenschaft mit wertvollen Beobachtungen über das Wachstum des Bambusrohres und die Wärmeentwicklung in den Blüten der Cycadaceen und Palmen.

Mit aufrichtiger Hochschätzung gedenken wir Ihrer Lehrerfolge, welche in Hunderten von Schülern die Liebe und Begeisterung zu unserer Wissenschaft wachgerufen hat.

Möge es Ihnen, hochverehrter Herr Professor, vergönnt sein, noch viele Jahre in körperlicher und geistiger Frische wertvolle Bausteine dem Gebäude unserer Wissenschaft einzufügen.

Berlin, den 9. Mai 1911.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft

S. Schwendener. K. v. Goebel. H. Conwentz.
M. O. Reinhardt. I. Urban. J. Behrens. G. Lindau.
E. Jahn. P. Lindner. O. Appel.

Mitteilungen.

25. W. W. Lepeschkin: Über die Struktur des Protoplasmas.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 8. April 1911.)

Schon lange ist die Zeit vorüber, wo die Oberfläche der Organismen sich den Fortschritten der Lebenserforschung als ein unüberwindliches Hindernis entgegenstellte. Die moderne Physiologie befriedigt sich bekanntlich nicht mehr mit der Äußerlichkeit der Lebenserscheinungen; indem sie ihr Bestreben auf die Erforschung dieser Erscheinungen an ihrem Entstehungsorte richtet, wird sie von Jahr zu Jahr immer mehr zu einer Zellenphysiologie, welche sich vielleicht schon bald zum größten Teile in eine Protoplastenphysiologie verwandeln wird. Demnach gehört, wie mir scheint, die Erforschung des Protoplasten und vor allem die des

Protoplasmas, welches jenen kompliziertesten Mechanismus darstellt, wo alle physiologischen Erscheinungen ihr Entstehen finden, mit zu den wichtigsten Aufgaben der modernen Physiologie.

Es kann natürlich nicht in meiner Absicht liegen, in diesem kurzen Aufsatze alle über die Struktur des Protoplasmas ausgesprochenen Hypothesen einer eingehenden Kritik zu unterwerfen. Nur möchte ich daran erinnern, daß man gleichzeitig mit der Erkenntnis, daß das Protoplasma den Ort darstellt, wo sich alle möglichen physiologischen Vorgänge abspielen, auch die Existenz einer gewissen Struktur im Protoplasma vorauszusetzen gezwungen war, einer Struktur, die nicht weniger kompliziert sein muß, als der Bau eines beliebigen unserer automatisch funktionierenden Mechanismen. Dabei war es ganz natürlich, die Anwesenheit einer festen Grundlage, eines festen Rahmens im Protoplasma, an welchem, bildlich ausgedrückt, alle in einem jeden Mechanismus notwendigen Räder, Schrauben, Hebel und Federn befestigt sein könnten, für unentbehrlich zu halten!

Die spätere Untersuchung hat nun aber bekanntlich die Existenz einer festen Grundlage im Protoplasma nicht bestätigt, indem sich dasselbe, wenigstens in seiner Hauptmasse, als den Gesetzen flüssiger Körper folgend erwiesen hat: sich selbst überlassen, d. h. wenn auf dessen Oberfläche keine anderen Kräfte als die Oberflächenspannung einwirken, strebt das Protoplasma eine Kugelform anzunehmen; flüssige, im Protoplasma eingeschlossene und mit ihm nicht mischbare Stoffe sind auch stets von einer kugligen Oberfläche begrenzt. Außerdem sind auch all die verschiedenen Bewegungen, welche man am Protoplasma beobachtet, nur bei einer flüssigen Beschaffenheit desselben denkbar. Daher könnte, wenn man überhaupt von einer Struktur des Protoplasmas sprechen wollte, nur von einer flüssigen Struktur desselben die Rede sein.

Um die Existenz einer gewissen Struktur des Protoplasmas mit der flüssigen Beschaffenheit desselben in Einklang zu bringen, stellte bekanntlich BÜTSCHLI seine, sich auch jetzt eines großen Beifalls erfreuende Hypothese von der schaumwabigen Struktur des Protoplasmas auf, der zufolge das letztere aus zwei miteinander nicht mischbaren Flüssigkeiten bestehen soll, von welchen die eine das Innere der Waben erfüllt, während die andere die Wände derselben bildet; über die chemische Natur dieser zwei Flüssigkeiten sprach dabei BÜTSCHLI keine bestimmte Meinung aus.

Als Beweise für seine Ansichten über die Protoplasmastruktur führt BÜTSCHLI in seinen bekannten „Untersuchungen über

mikroskopische Schäume" unter anderem jene Versuche an, bei welchen künstliche Schäume durch Einwirkung von Wasser oder einer schwachen K_2CO_3-Lösung auf Olivenöl erhalten wurden. Das mikroskopische Aussehen, sowie auch alle physikalischen Eigenschaften solcher künstlichen Schäume sind nach BÜTSCHLIs Meinung denjenigen des Protoplasmas vollkommen ähnlich: wie das Protoplasma, haben auch die von BÜTSCHLI erhaltenen Schaumtropfen die Eigenschaft flüssiger Körper, indem sie die Kugelgestalt annehmen, wenn auf ihre Oberfläche keine äußeren Kräfte wirken; die Luftblasen sind im Inneren solcher Tropfen stets kuglig; in den Tropfen können schließlich Bewegungen hervorgerufen werden, welche denjenigen des Protoplasmas analog sind.

Wenn aber ein kritisch gestimmter Leser die Zeichnungen und Photographien, die den Abhandlungen BÜTSCHLIs beigelegt sind, aufmerksam betrachtet, so muß er zur Überzeugung gelangen, daß BÜTSCHLI mit Sicherheit die schaumwabige Struktur nur am toten Protoplasma festgestellt hat, das durch verschiedene Reagentien vorher fixiert war. Was nun das lebende Protoplasma anbelangt, so kann da die schaumwabige Struktur, wenn man nach den Abbildungen BÜTSCHLIs urteilt, entweder nur vermutet oder überhaupt nicht wahrgenommen werden, während sie nach Fixation der Objekte sofort sehr deutlich hervortritt. Übrigens unterliegt es allem Anschein nach keinem Zweifel, daß BÜTSCHLI die schaumwabige Struktur auch in den oberflächlich gelagerten, festen Schichten des Protoplasmas bei lebenden Infusorien sicher gesehen hat.

Das angeführte Ergebnis der Untersuchungen BÜTSCHLIs scheint mir sehr begreiflich zu sein, weil das lebendige, flüssige Protoplasma (flüssig ist dasselbe ja auch nach BÜTSCHLI) in keinem Falle ein Schaum sein dürfte. Ein Schaum kann eben nie flüssig sein, und ein flüssiger Körper kann nur nach dem Erstarren eine schaumwabige Struktur annehmen. Dieses läßt sich durch ganz einfache Versuche bestätigen.

Vor allem sei hier an die Schäume erinnert, welche aus Luft und kolloidalen Lösungen bestehen (beispielsweise Seifenschaum, Schlagsahne und geschlagenes Eiweiß), und deren physikalischen Eigenschaften allbekannt sind. Außerdem aber kann man leicht zeigen, daß auch Schäume, die ausschließlich aus tropfbaren Flüssigkeiten zusammengesetzt sind, die Eigenschaften von festen Körpern besitzen[1]): sie streben nicht eine Kugelform anzunehmen, wenn auf

1) Als Kriterium bei der Beurteilung, ob ein Körper flüssig oder fest

ihrer Oberfäche keine äußeren Kräfte wirken; flüssige Einschlüsse und Luftblasen sind in solchen Schäumen nicht durch kuglige Oberflächen begrenzt; in ihrem Innern sind schließlich keine Bewegungen möglich, welche mit einer Fließbarkeit verbunden sind.

Schüttelt man eine kleine Menge Olivenöl mit einprozentiger Pottaschelösung, so erhält man eine trübe Flüssigkeit, eine sogenannte Emulsion, welche aus kugligen, in wässeriger Lösung schwimmenden Öltröpfchen besteht. Setzt man nun einer solchen Emulsion allmählich neue Portionen Öl zu und schüttelt das Gemisch fortwährend, so kann man sich bei geeignetem Verfahren (beispielsweise bei Anwendung der Transportmethode) überzeugen, daß die innere Reibung des Gemisches mit Zunahme des Ölgehalts beständig größer wird. Doch überschreitet dieselbe anfangs die mittlere Größe zwischen den Reibungsgrößen von Öl und der Pottaschelösung nicht. Erst bei einem bestimmten Ölgehalt (ungefähr 15 Teile Öl auf 1 Teil Pottaschelösung) beginnt die innere Reibung rasch zuzunehmen und erreicht schließlich eine solche Größe, daß ein Durchpressen der Emulsion durch Kapillaren unmöglich wird, indem das Gemisch die Konsistenz einer Salbe annimmt. Gleichzeitig zeigt das Mikroskop, daß sich die kugligen Öltröpfchen der Emulsion bei zunehmendem Ölgehalt mehr und mehr einander nähern, bis sie sich schließlich zu berühren beginnen. Von diesem Momente ab fängt eben die innere Reibung an rasch zu wachsen und erreicht ihr Maximum, wenn die Öltropfen ihre kuglige Form teilweise verlieren, indem sie an den gegenseitigen Berührungsstellen durch ebene Flächen begrenzt erscheinen. Ein weiterer Zusatz von Öl führt jedoch nicht zur Bildung eines richtigen Schaumes mit vielkantigen Waben, weil die dünnen Wabenwände, die aus einer Lösung von Pottasche und Seife bestehen, platzen, und die Öltröpfchen miteinander zusammenfließen, so daß sie eine ununterbrochene Flüssigkeitsmasse (zusammenhängende Phase) bilden, während die geplatzten Wabenwände ihrerseits zu Tröpfchen werden (disperse Phase). Der Schaum verwandelt sich also sehr rasch in eine Emulsion, die jedoch jetzt aus kugligen Tröpfchen der Lösung von Pottasche und Seife besteht, welche im Öl schwimmen. Bei dieser Verwandlung nimmt nun die innere Reibung wieder rasch ab: der salbenartige

ist, kann nur die freie Oberflächenspannung dienen, welche bei flüssigen Körpern so groß sein muß, daß sie die innere Reibung bewältigt und sehr bald zur Bildung kugliger Oberflächen führt (vgl. Wo. Ostwald, Grundriß der Kolloidchemie. 1909. S. 97).

Körper verflüssigt sich und verwandelt sich in eine Emulsion, deren innere Reibung diejenige des Olivenöls nicht überschreitet.

Man kann viel beständigere Schäume erhalten, wenn man zu einer ziemlich dicken Schmierseifenlösung unter fortwährendem Schütteln allmählich Xylol zusetzt. Auf diese Weise erhält man echte und sehr beständige Schäume, deren vielkantige Waben mit Xylol gefüllt sind, und deren Wände, die sich unter einem Winkel von 120° schneiden, aus Seifenlösung bestehen. Die Wabenwände können dabei so dünn sein, daß der Schaum nur einen Teil Seifenlösung auf einige hundert Teile Xylol enthält. Die auf solche Weise erhaltenen Schäume besitzen nicht die Eigenschaften flüssiger Körper, sondern könnten vielmehr mit Gallerten verglichen werden, weil sie die Fließbarkeit ihrer Komponenten gänzlich eingebüßt haben: verschiedene, aus solchen Schäumen herausgeschnittene, scharfkantige Figuren behalten eine unbestimmte Zeit lang ihre Form. Es genügt aber, die Oberflächenspannung auf der Grenze des Xylols und der Seifenlösung, beispielsweise durch Erhitzen eines Schaumstücks in einem Reagenzröhrchen, zu verändern, um die Wabenwände des Schaums zum Platzen zu bringen, und den Schaum in eine Emulsion zu verwandeln. Die aus den Wabenwänden sich bildenden Tröpfchen der Seifenlösung haben aber im ganzen ein so verschwindend kleines Volum, daß sie gar nicht wahrgenommen werden können, und der gallertartige, milchweiße Schaum sich nach dem Erhitzen in eine ganz klare, bewegliche Flüssigkeit verwandelt, welche nach dem Erkalten nicht mehr erstarrt.

Wir haben also im Vorhergehenden gesehen, daß die innere Reibung in den Schäumen so groß ist, daß dieselben nicht mehr die Eigenschaften flüssiger Körper besitzen können. Was nun die flüssigen Schäume aus Olivenöl anbelangt, die von BÜTSCHLI beschrieben worden sind, so erweisen sie sich bei näherer Betrachtung als Emulsionen mit sehr dicht gelagerten Tröpfchen.

BÜTSCHLI hat ja die mikroskopische Struktur solcher „Schäume“ nach vorherigem Aufhellen durch Glyzerin bestimmt, wobei das Mikroskopieren selbstverständlich durch eine Tropfenschicht von bedeutender Dicke stattfinden mußte. Bei solch einer Strukturbestimmung kann man nur optische Schäume beobachten. Betrachtet man dagegen die Schaumtropfen BÜTSCHLIs in dünner Schicht, so überzeugt man sich sehr leicht vom Emulsionscharakter derselben.

Wir gelangen also zum Schlusse, daß das flüssige Protoplasma in keinem Falle eine schaumwabige Struktur besitzen kann. Eine

solche Struktur ist dagegen in den festen, oberflächlich gelagerten Plasmaschichten von Infusorien sehr wahrscheinlich. Andererseits kann man aber die Ähnlichkeit im mikroskopischen Aussehen des Protoplasmas und einer Emulsion mit dicht gelagerten Tröpfchen, deren Größe ein Tausendstel Millimeter nicht überschreitet, kaum bestreiten. Daher kann man mit Sicherheit behaupten, daß das flüssige Plasma, welches unter dem Mikroskop ungleichartig erscheint, eine Emulsion darstellt. Jedoch auch in dem Falle, wo das Protoplasma ganz homogen aussieht, hat es unzweifelhaft ebenfalls den Charakter einer Emulsion, denn die das Protoplasma bildenden Stoffe sind bekanntlich solche, welche sehr leicht einen kolloidalen Zustand annehmen, und zwar gehören sie meistenteils zu den Emulsoiden, d. h. zu denjenigen Substanzen, deren kolloidale Lösungen den Charakter einer unsichtbaren, ultramikroskopischen Emulsion besitzen. Die kolloidalen Teilchen solcher Lösungen bestehen bekanntlich aus in einer Grundflüssigkeit schwebenden Tröpfchen, die so klein sind, daß sie sich der gewöhnlichen mikroskopischen Beobachtung entziehen.

Das flüssige Protoplasma hat also die Struktur einer ultramikroskopisch oder zugleich auch mikroskopisch sichtbaren Emulsion. Verschiedene physikalische Eigenschaften des Protoplasmas lassen sich nur durch eine solche Struktur erklären.

Ebenso wie eine flüssige Emulsion (beispielsweise die oben beschriebene Emulsion von Xylol in Seifenlösung), welche unter gewissen Bedingungen in einen Schaum übergeht, der die Eigenschaften einer Gallerte besitzt, kann auch die kolloidale Lösung eines Emulsoides (d. h. eine unsichtbare, ultramikroskopische Emulsion) bei einer genügend starken Verdichtung, einem Aneinanderrücken und Zusammenkleben seiner flüssigen, kolloidalen Teilchen (infolge von Austrocknen) die Eigenschaften einer Gallerte annehmen, indem sie sich in einen ultramikroskopischen Schaum verwandelt. Eine solche gallertartige Erstarrung kann man z. B. beim Austrocknen von Gummi-, Eiweißlösungen usw. beobachten. Umgekehrt, ähnlich wie der Seifenxylolschaum, der durch Zusatz von Seifenlösung verflüssigt wird, verflüssigt sich auch eine Gummi- resp. Albumingallerte bei Zusatz von Wasser, welches die kolloidalen Teilchen auseinanderrückt. Solch ein leichter Übergang aus der festen in die flüssige Formart müßte sich selbstverständlich auch am Protoplasma beobachten lassen, ganz unabhängig davon, ob es eine sichtbare oder nur ultramikroskopische Emulsion ist.

In der Tat, eine gallertartige Erstarrung z. B. oberflächlich

gelagerter Protoplasmaschichten und umgekehrt deren Verflüssigung kann man bekanntlich an verschiedenen Protozoa beobachten, wobei die sich bildenden oder verflüssigenden Plasmaschäume mikroskopisch sichtbar oder unsichtbar sein können, je nachdem sie durch ein schaumartiges Verkleben mikroskopisch sichtbarer oder kolloidaler Tröpfchen entstanden sind. Einen Schaum ersterer Art stellt z. B. die oberflächliche Plasmaschicht von Infusorien dar, welche beim Verhungern verflüssigt und durch den osmotischen Druck der Vakuolen aufgeblasen wird, nachdem die Substanz, die den Wabenraum erfüllte, aufgezehrt ist, die zusammenklebenden Tröpfchen auseinandergegangen sind und der Schaum sich in eine Emulsion verwandelt hat. Schäume der zweiten Art sind dagegen unzweifelhaft die oberflächlichen Plasmaschichten einiger Amöbenarten und Plasmodien, deren abwechselnde Verflüssigung und Erstarrung von PFEFFER und neuerdings auch von RHUMBLER beschrieben worden ist.

Bekanntlich können flüssige kolloidale Teilchen (Tröpfchen) unter dem Einfluß verschiedener Stoffe, welche deren Oberflächenspannung verändern, zu Klümpchen von gallertartiger Konsistenz (d. h. zu Schaumklümpchen), welche die Form von Fäden oder Körnern haben, zusammenkleben oder zu größeren Tropfen zusammenfließen, die schon unter dem Mikroskop sichtbar sind, wobei sich also die kolloidale Lösung in eine Emulsion verwandeln kann. In ähnlicher Weise kann auch das anfangs unter dem Mikroskop vollkommen homogen aussehende Protoplasma den Charakter einer mikroskopisch sichtbaren Emulsion annehmen. Andererseits können sich in demselben auch verschiedene Niederschläge gallertartigen Charakters in Form von Granulis, Fibrillen usw. bilden, deren Beschreibung wir bei den Verfassern, die eine feste Struktur im Protoplasma aufzudecken bestrebt waren, antreffen.

Außerdem kann die Einführung von Metall- resp. Wasserstoffionen usw. ins Protoplasma, ebenso wie bei kolloidalen Lösungen, dessen Koagulation, d. h. ein Zusammenkleben und Zusammenfließen von kolloidalen Teilchen, hervorrufen, welchem auch eine gleichzeitige Entwässerung der letzteren folgt. Andererseits führt auch die Veränderung der Dielektrizitätskonstante des Dispersionsmittels (d. h. des lösenden Stoffs) durch die Einführung indiferenter organischer Stoffe (beispielsweise von Alkohol, Azeton usw.) beim Protoplasma, ebenso wie bei kolloidalen Lösungen, zu einer gleichen Erscheinung. Auf solche Weise nimmt ein unter dem Mikroskop vollkommen homogen erscheinendes Protoplasma nach Fixation (d. h. Koagulation) den Charakter eines Schaumes an, welcher

jedoch, ebenso wie ein Schaum, der z. B. bei der Koagulation von Albuminlösungen durch hohe Temperatur erhalten wird, sich von dem in der oberflächlichen Plasmaschicht von Infusorien befindlichen Schaum dadurch unterscheidet, daß seine Wabenwände fest sind; infolgedessen kann sogar eine sehr geringe Deformation dieses Schaumes schon zu einem partiellen Platzen der Wabenwände und zur Entstehung einer Kommunikation zwischen Nachbarwaben führen, wobei eine schwammartige Struktur eintreten würde, wie sie manchmal so deutlich an fixierten Objekten sichtbar ist.

Bekanntlich koagulieren verschiedene Kolloide ungleich leicht aus ihren Lösungen. Manche Kolloide, beispielsweise Albumin, koagulieren schon an ihrer der Luft angrenzenden Oberfläche, infolge einer Adsorption der kolloidalen Teilchen an der Lösungsoberfläche. Das Gesagte bezieht sich offenbar auch auf Plasmakolloide, indem im Protoplasma Kolloide vorkommen, die schon durch einfaches Durchrühren zur Koagulation gebracht werden. In einem meiner früher erschienenen Aufsätze habe ich daher das Protoplasma mit temporär flüssigen Körpern (Niederschlägen) verglichen, welche in Spannung begriffen sind und bei Deformation eine starre, feste Formart annehmen, indem ihre kolloidalen Teilchen zusammengeklebt und entwässert werden[1]).

In Anbetracht des Gesagten müssen wir zum Schlusse gelangen, daß das lebende Protoplasma vor allem eine kolloidale Lösung vorstellt, welche in ihrer Hauptmasse emulsoider Natur ist und unter gewissen Bedingungen teilweise in mikroskopisch sichtbare Emulsion und weiter partiell sogar in gallertartigen Schaum mit flüssigen Wabenwänden übergehen kann. Wenn man also überhaupt von einer Struktur des Protoplasmas sprechen wollte, so könnte nur von einer kolloidalen Struktur die Rede sein. Nur eine solche Struktur ist imstande, uns alle verschiedenartigen physikalischen Eigenschaften des lebenden Protoplasmas zu erklären. Andererseits würde uns die Annahme einer solchen Struktur auch die ganze Mannigfaltigkeit der physiologischen Vorgänge, die sich im Protoplasma abspielen, verständlich machen. Die kolloidalen Teilchen desselben bestehen ja unzweifelhaft aus verschiedenen chemischen Verbindungen und können sogar selbst chemisch heterogen sein. Denn man kann sich leicht davon überzeugen, daß auch Tröpfchen grober Emulsionen in sich Tröpfchen zweiter Ordnung einschließen können, die aus einer anderen Flüssigkeit bestehen. Mir ist es manchmal gelungen, sogar Tröpfchen dritter

1) Diese Berichte. 1910. Aufs. Nr. 15 u. 53.

und vierter Ordnung zu beobachten, welche ähnlich wie Kohlblätter der Reihe nach einander einschlossen. Noch wahrscheinlicher ist die innere Ungleichartigkeit der Tröpfchen bei kolloider Flüssigkeitszerteilung.

Die kolloidalen Teilchen des Protoplasmas, welche im flüssigen Dispersionsmittel des letzteren stets ihre BROWNsche Bewegung ausführen, können also mit beweglichen Gläsern und Fläschchen eines chemischen Laboratoriums verglichen werden, die verschiedenartige Reagentien enthalten, und bei deren gemeinsamer Berührung Reaktionen erfolgen.

Da die Ausbreitung kolloidaler Teilchen in Lösung (d. h. die Diffusion von Kolloiden) bekanntlich nur sehr langsam stattfindet, so können sich Teilchen von einer bestimmten chemischen Zusammensetzung an gewissen Protoplasmastellen z. B. an ihrem Entstehungsorte ansammeln, was lokale Veränderungen im Protoplasma hervorrufen kann und z. B. die Bildung von Zellfortsätzen, die Ausscheidung bestimmter Stoffe, die Veränderung der Oberflächenspannung des Protoplasmas am Ansammlungsorte der Teilchen, welche ihrerseits die Plasmabewegung verursacht usw., veranlassen würde.

Es möchte auch kaum einem Zweifel unterliegen, daß das Protoplasma nur dem kolloidalen Zustande seiner Bestandteile alle seine fermentativen Wirkungen verdankt.

Außerdem erklärt uns die kolloidale Struktur des Protoplasmas den gewissen Zusammenhang, eine gewisse Organisation, welche zwischen den einzelnen Teilen desselben existiert, weil die Grundflüssigkeit, das Dispersionsmittel des Protoplasmas sich durch alle Teile desselben verbreitet und alle kolloidalen Teilchen in sich einschließt. Daher verbreiten sich auch Reaktionen, welche an einer Protoplastenstelle stattfinden und an dieser Stelle Veränderungen im Dispersionsmittel hervorrufen, auf andere Protoplastenteile, wo sie ihrerseits chemische oder physikalische Veränderungen der kolloiden Teilchen verursachen und zu denjenigen Vorgängen führen, welche wahrnehmbare Veränderungen an diesen Stellen der Zelle hervorrufen.

Vernichtet man aber die kolloidale Zerteilung der Plasmastoffe, indem man z. B. durch die Einführung von Ionen, Giften usw. kolloidale Teilchen des Protoplasmas zusammenfließen oder zusammenkleben läßt, d. h. die Koagulation der Plasmastoffe hervorruft, so vernichtet man das Leben. Alle Reagentien, Gläser und Fläschchen des Laboratoriums werden damit in einen Haufen geworfen, von den Arbeitstischen in die Lager weggebracht, und

die Reaktionen, welche im lebenden Organismus stattfinden, unmöglich gemacht.

Bis jetzt haben wir nur vom Protoplasma gesprochen, d. h. von jenem größeren Protoplastenteile, welcher zuerst entdeckt und dessen Struktur meistenteils untersucht worden ist; es unterliegt aber keinem Zweifel, daß auch der andere Protoplastenteil, der Zellkern, sowie auch verschiedene lebende Protoplasmaeinschlüsse, wie z. B. die Chromatophoren, ebenfalls eine kolloidale Struktur besitzen. Ebenso wie das Protoplasma stellen dieselben in ihrer größeren Masse flüssige Körper dar, in deren Dispersionsmittel verschiedenartige kolloidale Teilchen schweben. Ihre flüssige Beschaffenheit kann aber sehr leicht in eine gallertartige umgewandelt werden, indem die Kolloid- resp. Emulsionsteilchen so dicht gedrängt werden, daß sie einen Schaum bilden. Andererseits können verschiedene Eingriffe die Verklebung, das Zusammenfließen, die Entwässerung usw. der kolloidalen Teilchen, d. h. die Koagulation der Stoffe dieser Gebilde hervorrufen, wobei die schaumwabige oder schwammartige Struktur hervortritt. Mit anderen Worten: alles über das Protoplasma Gesagte findet eine vollständige Anwendung auf die lebenden Plasmaeinschlüsse.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß die kolloidalen Plasmateilchen gemeinsam mit denjenigen des Zellkerns die erblichen Eigenschaften auf die Nachkommen übertragen und daher Idioblasten genannt werden dürften, wenn sie sich ähnlich wie z. B. die „flüssigen Kristalle" LEHMANNs vermehren könnten, was keineswegs unwahrscheinlich ist.

Kasan, Botanisches Laboratorium der Universität.

26. A. Pascher: Zwei braune Flagellaten.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. April 1911.)

Cryptochrysis.

Monade, nur im beweglichen Zustande beobachtet, dorsiventral, vorne schief abgeschrägt und ausgerandet, basal mehr verschmälert und abgerundet. Die Ausrandung stellt die Profilansicht einer Furche dar, die schwachschraubig über der Mitte des Protoplasten

einsetzt, sich über das Apikalende hinüber bis fast wieder zur anderen Seite des Protoplasten, doch mehr gekrümmt fortsetzt und mit kleinen glänzenden Körperchen ausgekleidet ist. Chromatophoren zwei, seitlich gelagert, mehr minder gelappt und oft zerteilt. Vakuolen zwei, eine immer in der mehr vorgezogenen Partie des Vorderendes. Basal immer ein kleines, stark lichtbrechendes Körperchen. Assimilate in Form kleiner Plättchen und Scheibchen, bei Jodzusatz rotviolett, nie blau werdend. Geißeln zwei, schwach ungleich, die eine mehr wellige schlängelnde Bewegungen, die andere mehr gleichmäßige Schläge ausführend. Erste mehr bandförmig, am Ende kurz fein ausgezogen. Beide in der Furche inse-

1 2 3 4

Abb. 1. Einzige Art:

Cryptochrysis commutata. Länge 19 μ, Breite 10 μ. Aus Altwässern längs der Olsch im südlichen Böhmerwalde.

1. Schwärmer im beweglichen Zustande. 2., 4. Verschiedene Stadien der Teilung. 3. Nach Jodzusatz.

rierend. Teilung im beweglichen Zustande, längs einer Ebene, die annähernd die Symmetrieebene darstellt.

Pallmella und Cysten nicht beobachtet.

Sicher bereits mehrfach beobachtet, doch wahrscheinlich mit der etwas ähnlichen *Cryptomonas erosa* verwechselt. Auf *Cryptochrysis* bezieht sich vielleicht die STEINsche Figur 23, auf Tafel XIX seines Flagellatenwerkes.

Protochrysis.

Protoplast typisch dorsiventral, schwach ellipsoidisch, bohnenförmig, vorne mehr kantig abgeschrägt, annähernd äquatorial mit einer schwachschraubigen, nicht zusammenschließenden Querfurche

versehen, die auf der Ventralseite am tiefsten, seitlich seichter ist und eine Auskleidung von stark lichtbrechenden Körperchen zeigt. Chromatophoren zwei, wandständig, meist zu beiden Seiten der Furche gelagert, seltener verschoben, groß, glänzend gelbbraun, doch auch rötlich oder bläulichgrün, oft gelappt oder zerteilt. In der Nähe der Insertionsstelle der Geißel ein relativ großes Stigma. Basal immer ein kleines stark lichtbrechendes Körperchen. Assimilate in Form kleiner Scheibchen, bei Jodzusatz rotviolett werdend. Geißeln zwei, ein wenig ungleich, die eine mehr gerade, die andere mehr schlängelnd, die eine (längere) nach rückwärts ge-

1 2

Abb. II. *Protochrysis phaeophycearum* Pascher in Chrysomonaden des Hirschberger Großteiches. (Nomen.) Länge 17 μ, Breite 7—9 μ. In stehenden Lachen um Franzensbad.

richtet (die andere bandförmig und am Ende kurz fein ausgezogen). Ernährung holophytisch. Bewegung relativ rasch unter beständigem schwachen Schaukeln und Rotation um die Längsachse. Vermehrung im unbeweglichen Zustande. Die Zellen runden sich ab, umgeben sich mit einer verquellenden Membran und bilden dann 4—8zellige Kolonien.

Protochrysis ist wie *Cryptochrysis* eine typische Cryptomonade. STEIN beschrieb einen ähnlichen Organismus, die *Nephroselmis*; *Nephroselmis* hat aber einen deutlichen Periplasten und außerdem eine Schlundorganisation und scheint eine Weiterentwickelung *Protochrysis*artiger Monaden darzustellen.

27. A. Pascher: Über die Beziehungen der Cryptomonaden zu den Algen.

(Vorläufige Mitteilung)

(Eingegangen am 20. April 1911.)

(Aus dem botanischen Institute der deutschen Universität zu Prag.)

Mit dem Studium der Crypto- und Chrysomonaden bereits seit Jahren beschäftigt, hat sich bei mir eine Anschauung über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten zu den Algen gebildet, die von den bisherigen Anschauungen in manchen Punkten abweicht, die sich aber durch das Auffinden neuer phylogenetisch wertvoller Typen immer mehr bestätigte. Da jedoch meine zusammenfassenden Arbeiten über die Cryptomonaden, aber auch die von mir vor Jahren begonnene Monographie der Chrysomonaden noch einige Zeit beanspruchen, andererseits aber speziell die Probleme der phylogenetischen Beziehungen der Algen zu den Flagellaten viel diskutiert werden, so möchte ich gerne in kurzen Zügen auf die Möglichkeit von Beziehungen hinweisen, die bis jetzt nicht in Betracht gezogen wurden. Zuvor sei noch bemerkt, daß die vorliegende Darstellung nur den Prodromus einer größeren Arbeit bilden soll, die die Cryptomonaden in extenso behandelt, in der sich auch die Literaturzitate und vor allem eine Reihe einschlägiger, ergänzender und unterstützender Abbildungen befinden sollen. Ich beschränke mich hier nur auf die Cryptomonaden, als die phylogenetisch meist verwertete Gruppe.

Dazu erscheint es aber zunächst notwendig zu präzisieren, welche Formen zu den Cryptomonaden gehören[1]). Der Umfang

1) Der Begriff „Cryptomonaden" ist völlig unklar, es gibt keine zwei Autoren, die sich darüber einig wären. EHRENBERG, von dem der Name herrührt, legt nur Wert auf das Vorhandensein einer distinkten Hülle, also auf ein ganz sekundäres, biologisches Accidens, und vereinigt demgemäß heterogene Formen: *Cryptoglena*, *Ophidomonas*, *Prorocentrum*, *Lagenella*, *Trachelomonas* und *Cryptomonas*; andere fügten dann noch *Phacotus*, *Anisonema*, *Phacus*, *Lepocinclis* und *Chilomonas* dazu. In letzter Zeit beschränkte man aber die Cryptomonaden auf die Gattungen *Cryptomonas*, mit welchem Namen man die verschiedensten Formen zusammenfaßte, *Chroomonas*, *Rhodomonas*, *Chilomonas* und *Cyanomonas*. Wie unklar der Begriff der Cryptomonaden heute noch ist, illustriert vielleicht die Bearbeitung, die sie durch LEMMERMANN in der

der Gruppe hat immer geschwankt, und nicht zwei Autoren sind sich darüber einig.

Ich stelle vorderhand folgende Gattungen[1]) zu den Cryptomonaden:

Die vorstehend beschriebene *Cryptochrysis*, die bislang meist mit *Cryptomonas erosa* verwechselt wurde.

Dann die bis jetzt zu den Chrysomonaden (speziell Isochrysidalen) gestellte *Wyssotzkia*.

Ferner die Zooxanthellen, über deren Erkenntnisgeschichte Brandt eine hübsche Zusammenstellung gibt, die teilweise als *Cryptomonas*, teils als *Zooxanthella* beschrieben, zum größeren Teil ziemlich einheitlich sind und sich morphologisch mit der beschriebenen *Cryptochrysis* und *Wyssotzkia* decken. Es scheint am besten, die zu den Cryptomonaden gehörigen Zooxanthellen als eigene Reihe zusammenzufassen[2]): *Chrysidella*, mit den Arten *Chrysidella nutricola* (*Zooxanthella nutricola* Brandt), *Chrysidella Brandtii* (*Cryptomonas Brandti* Schaudinn) und *Chrysidella Schaudinni* (*C. Schaudinni* Winter).

Ferner die vorbeschriebene *Protochrysis*.

Alle diese Formen haben eine Reihe gemeinsamer Merkmale: Den merkwürdig dorsiventralen Protoplasten, vorne schräg ab-

---

Kryptogamenflora von Brandenburg erfahren haben, wo zu den Cryptomonaden *Xanthodiscus* gestellt wird und die Cryptomonaden in die *Xanthodiscaceae* und *Chilomonadaceae* zerlegt werden — erstere gar nicht hierher gehörig, letztere nach einer am wenigsten typischen, weitgehend sekundär veränderten Form bezeichnet. Mir scheint es am besten zu sein, den Namen „Cryptomonaden" ganz fallen zu lassen und jene natürliche Reihe, die teilweise zu den Cryptomonaden, s. a., gestellt wurde, unter einem eigenen Namen den Chrysomonadineen unterzuordnen, wie ich es auch in der am Schlusse gegebenen Übersicht getan habe. Als Namen schlage ich vor die Bezeichnung „*Phaeochrysidales*", eine Bezeichnung, die ich in der demnächst erscheinenden Bearbeitung dieser Formen beibehalten werde.

1) Es gibt eine Fülle noch unbeschriebener, zum Teile weitgehend modifizierter Cryptomonaden, die teilweise noch nicht genügend beobachtet, teilweise mit *Cryptomonas ovata* und *C. erosa* einfach zusammengeworfen werden. Über einige dieser Formen in dem in Aussicht gestellten Hefte.

2) Unter den Zooxanthellen sind zwar hauptsächlich Cryptomonaden, doch auch wahrscheinlich andere Chrysomonaden vertreten. Da es besser ist, den Namen *Cryptomonas* auf einige scharf charakterisierte Typen zu beschränken, der Name *Zooxanthella* aber nur biologisch analoge, sonst aber ganz heterogene Typen umfaßt, so kann ich den letzteren Namen für die Cryptomonaden, die symbiontisch leben, nicht als Gattungsnamen aufrechterhalten.

gestutzt und durch die merkwürdige Furche ausgerandet (bei *Protochrysis* ist die Furche äquatorial herabgerutscht), die braunen, oft ins Rötliche oder Blaugrüne variierenden Chromatophoren, die ungleichen Geißeln, von denen wenigstens die eine schwach bandförmig zu sein scheint, die in der Furche inserieren; die merkwürdige Körnchenauskleidung der Furche. Das so sehr basal gelegene kleine, glänzende Körperchen (der Kern?).

Diese genannten Gattungen, *Cryptochrysis*, *Wyssotzkia* und *Protochrysis*, außerdem *Chrysidella*, sind meistens braun, zeigen aber auch blaugrüne bis rötliche Varianten (ib. *Cryptochrysis* und vor allen viele der verwandten Chrysomonaden), die sich morphologisch völlig mit ihnen decken und nur durch den Farbenton abweichen. Diese Varianten sind konstant geworden in zwei blaugrünen bis kornblumenblauen Formen[1]) *Chroomonas* Hsg. (mit *Ch. Nordstedtii* Hansg. (= *Cryptomonas Nordstedtii* Senn., und *Chroomonas baltica* = *Cyanomonas baltica* Bittner) und ferner *Cyanomonas americana* Oltmanns.

Auch die rötlichen Varianten wurden fixiert in der Gattung *Rhodomonas*, die morphologisch ebenfalls völlig wie *Cryptochrysis* oder *Chroomonas* aussieht und rotbraune Chromatophoren besitzt (*Rhodomonas baltica* Karsten und *Rhodomonas pelagica* Lohmann). Hier ist wieder die Furche vorhanden, der etwas dorsiventrale Bau, die Körnchenauskleidung, die ungleichen Geißeln, kurz, der typische Phaeochrysidalencharakter.

Nun haben sich aber allem Anscheine nach Formen analog den erstgenannten Gattungen (*Cryptochrysis*, *Protochrysis*) noch weiter entwickelt. Schon bei den Chrysomonaden ist dasselbe der Fall: die Chromulinalen und Isochrysidalen bilden zweierlei Formen aus, kleinere, mit zartem Periplast und einfachem Vakuolensystem und größere, mit derbem, oft skulpturiertem Periplast und einem komplizierten „Pusulensystem" mit einer oft unkontraktilen Apikal-

1) Es gibt blaue Flagellaten, die völlig den Chromulinalen und Isochrysidalen unter den Chrysomonaden entsprechen. Bereits vor 10 Jahren machte ich im Lotos auf eine solche aufmerksam, seit der Zeit fanden sich noch zwei verschiedene. Daß fast alle Chrysomonaden oft ins Span- bis Blaugrüne umschlagen, ist eine bekannte Tatsache; BÜTSCHLI beschrieb seinerzeit sogar eine derartige *Synura*.

blase — *Chromulina* einerseits *Mallomonas*, *Mikroglena* andererseits —, die niederen Isochrysidaceen und *Synerypta* und *Hymenomonas*[1]).

Auch die niederen Cryptomonaden ib. *Cryptochrysis* und *Protochrysis*artige sind so vorgeschritten, haben größere derbhäutige Formen gebildet; die vordere Apikalblase findet sich aber nicht als solche. Dafür hat sich analog dazu die Furche apikal eingesenkt zu dem verschieden tief reichenden Schlund, in dem die kontraktilen Vakuolen einmünden. Und nur diese abgeleiteten Formen bilden, soweit sie nicht seitliche Geißeln haben, die Gattung *Cryptomonas*[2]) (*Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas erosa* und *Cryptomonas kieliensis* Pascher = [*C. marina* Bittner]). Die sukzessive Entwicklung des Schlunds ist schön zu sehen: *Cryptomonas ovata* mit tief reichendem Schlunde, bei *C. erosa* der Schlund eben erst angedeutet. *Cryptochrysis*, *Cryptomonas erosa* und *C. ovata* eine lückenlose Reihe.

Dieselbe Entwicklung haben auch Formen wie *Protochrysis* durchgemacht, und *Nephroselmis* verhält sich zu *Protochrysis* wie *Cryptomonas* zu *Cryptochrysis*.

Fast scheint es, als hätte auch *Rhodomonas* dieselbe Entwicklung hinter sich, und es entspräche *Rh. pelagica* darin *C. erosa* und *Rh. baltica* mehr *C. ovata*.

Damit aber blieb die Entwicklung der Reihe nicht stehen. Von diesen hochorganisierten Formen haben sich heterotrophe Gattungen abgezweigt, die noch nicht sicher in allen Details studiert sind: *Chilomonas*, auch *Cyathomonas*[3]), vielleicht *Oxyrrhis*.

Damit erschiene die Reihe der eigentlichen bis jetzt beschriebenen Cryptomonaden erschöpft. Vielleicht dient zur besseren Übersicht die am Schlusse gegebene Tabelle.

Soviel kennen wir über die „echten" Flagellaten dieser Reihe. Nun scheint es aber ziemlich sicher, daß an die Cryptomonaden

1) Vgl. die in Pascher: Chrysomonaden des Hirschberger Großteiches gegebene Übersicht.

2) Neben diesen Formen gibt es noch eine Reihe wohlcharakterisierter, zu wenig studierter Formen. Die anderen von Ehrenberg angegebenen Formen sind wegen der mangelhaften Charakterisierung wohl besser zu streichen.

3) Bei *Cyathomonas* entspricht der Schlundring völlig der Körnchenauskleidung der Furche der anderen Formen.

auch der größte Teil jener merkwürdigen Reihe der Phaeophyten sich anschließt, die teilweise die Parallelreihe der Tetrasporalen darstellen, die Reihe der Phaeocapsaceen: braune Flagellaten, die den größten Teil ihres Lebens in einem unbeweglichen gallertigen, oft zellulären Ruhezustand verbringen und größere Lager bilden. REINISCH beschrieb in letzter Zeit eine solche *Phaeocapsacee, Phaeococcus marinus,* die aber vielleicht von *Phaococcus* abgetrennt und selbständig geführt werden soll. Ich nenne sie *Phaoplax.* Diese *Phaeoplax marina* hat nun bewegliche Schwärmer, die völlig wie *Wyssotzkia* oder *Chrysidella* oder *Cryptochrysis* aussehen, denselben dorsiventralen Bau, die mit Körnchen ausgekleidete Furche, die etwas seitlich ansitzenden ungleichen Geißeln, ebenfalls ein merkwürdiges zentrales Gebilde und das basale kleine Körperchen, und einen oder mehrere oft in Lappung begriffenen Chromatophoren, kurz, eine Cryptomonadine, die den größeren Teil des Lebens im Ruhestadium verbringt, in Verbänden zellularer Ruhezustände, die mit Zellulosemembranen umhüllt sind. Auch hier Assimilate amyloider Natur, ja sogar jenes merkwürdige, auch bei *Chroomonas* vorgefundene pyrenoidartige Gebilde, das durch zwei Assimilatkalotten umhüllt wird. Wir müssen *Phaeoderma* direkt an die Cryptomonaden anreihen, als den Vertreter einer Gruppe, die das bewegliche Stadium zurückbilden.

Aber nicht nur *Phaoplax* scheint mir von den Phaeocapsaceen hierher zu gehören, sondern auch die vielen anderen Gattungen dieser Familie. Vor allem scheint *Phaococcus Clementi* Borzi denselben Anschluß zu haben. Seine Schwärmer sind nicht völlig untersucht, aber die Abbildungen davon lassen auf eine weitgehende Übereinstimmung mit den niederen Cryptomonaden schließen: dieselbe vordere Ausrandung, dieselben ungleichen Geißeln, vielleicht auch dieselbe Furche. Ferner gehört hierher gewiß *Phaeothamnion,* das bereits verzweigte, fadenförmige Verbände bildet und geschlechtliche Fortpflanzung besitzt. Vielleicht auch *Phaeocystis,* eine Gattung, die sicher heterogen ist, gewiß aber *Naegeliella,* kurz und gut fast alle Phaeocapsaceen. Unsicher erscheint mir *Entodesmis, Gloeothamnion* und *Stichogloea.* Doch dürfen wir einerseits nicht vergessen, daß die Phaeocapsaceen eine künstliche, unter bloßer Betonung der dominierenden unbeweglichen Stadien aufgestellte Familie ist, die sicher parallele Entwicklungsetappen verschiedener brauner Flagellaten umfassen kann, andererseits ist es sicher, daß die Cryptomonaden eine relativ hochstehende, weil organisierte Reihe sind, und es wäre leicht denkbar, daß bei der Rückbildung der beweglichen Stadien auch eine Rückbildung in

der Organisation der Schwärmer stattgefunden habe. Deswegen dürfen wir bei den Schwärmern unbeweglicher Algen nicht immer nach allen sekundären Organisationsmerkmalen suchen [1]).

Jedenfalls schließen aber viele Phaeocapsaceen direkt an die Cryptomonaden an [2]).

Nun werden aber ziemlich allgemein die Phaeocapsaceen als niedere Phaeophyceen zum mindesten als Mittelglieder zwischen Phaeophyceen und den braunen Flagellaten aufgefaßt, ja *Phaeothamnion* wird direkt als verbindendes Mittelstück angesprochen. Die Sache scheint im Prinzip richtig zu sein, wenn ich mir auch die Verbindung zwischen den Phaeophyceen und Phaeothamnion nicht durch einen schnurgeraden Federstrich symbolisiert denken möchte; doch scheint es sicher zu sein, daß eine Beziehung zwischen den genannten Reihen besteht. Bestärkt werde ich durch Folgendes: Die größte Schwierigkeit für irgendeinen Anschluß der Phaeophyceen an irgendwelche braune Monaden bot die seitliche Geißelinsertion der Phaeophyceenschwärmer. Derart seitlich begeißelte braune Monaden wurden bislang noch nicht gefunden. Aber gerade hierfür scheint *Protochrysis* bedeutungsvoll. Diese merkwürdige Cryptomonade hat die bei den anderen Cryptomonaden mehr längs verlaufende Furche fast äquatorial quer gerückt, und so inserieren die Geißeln typisch, genau ventral, seitlich, wobei eine mehr nach vorne, die andere aber typisch nach rückwärts gerichtet ist. Dabei ist das Stigma höchst merkwürdig weit an die Insertionstelle der Geißel herangerückt, in merkwürdiger Analogie zu vielen Phaeophyceenschwärmern, die ebenfalls das Stigma an der Geißelbasis tragen. Sonst ist aber *Protochrysis* genau so gebaut wie irgendeine Cryptomonade.

Könnte die laterale Insertion der Geißeln bei den Phaeophyceen nicht ebenso zustande gekommen sein, haben sie diese merkwürdige weitgehende Übereinstimmung mit *Protochrysis* wirklich nur zufällig?

Die Querfurche kann schon längst verloren gegangen sein.

---

1) Das scheint sehr der Fall zu sein bei den Zoosporen der von ARNOLDI entdeckten Süßwasserphaeophycee *Streblonema*, für den Fall, als sie nicht vielleicht durch Kultur abnormal wurden, was in ganz ähnlicher Weise auch bei vielen Chlorophyceenschwärmern der Fall ist.

2) Inwieweit jene merkwürdige Formenreihe, die wir als die Glaucophyceen bezeichnen, die große Pyrenoide und mehr minder sternförmige stahlblaue Chromatophoren besitzt, an die blauen Cryptomonaden anschließen (BOHLIN hat das erste Mal diesen Anschluß behauptet), darüber in der größeren Arbeit.

Dieses für die sekundär abgeleiteten isoliert lebenden Cryptomonaden charakteristische Organ kann ja bereits wieder reduziert[1]), die Organisation der Schwärmer aber bei der so hohen Selbständigkeit der festlebenden Formen wieder vereinfacht worden sein. Jedenfalls läßt uns das Auftreten fadenförmiger Stadien mit geschlechtlicher Fortpflanzung bei den Phaeocapsaceen (resp. Phaeothamniaceen), die sich sicher von den Cryptomonaden ableiten einerseits, und die Existenz von Cryptomonaden mit seitlicher Geißelinsertion, die den Phaeophyceenschwärmer in hohem Grade ähneln andererseits, auf relativ wahrscheinliche, wenn auch noch immer nicht völlig geklärte Beziehungen zwischen Phaeophyceen und Cryptomonaden schließen, eine Annahme, die sicher besser fundiert ist, als der oft als so sicher angenommene Anschluß der Phaeophyceen an die Chrysomonaden.

Auf die mannigfachen Analogien der Cryptomonaden und Chrysomonadinen mit den Dinoflagellaten gehe ich in einer anderen kleinen Arbeit ein, hier möchte ich nur darauf hinweisen, daß mir eine Beziehung zwischen Dinoflagellaten, speziell Gymnodiniaceen, einerseits und den Cryptomonaden, speziell *Protochrysis*, nicht als völlig unmöglich erscheint.

Demnach gewinnt die sonst als etwas aberrant aufgefaßte Gruppe der Cryptomonaden recht an Bedeutung: hier scheinen wahrscheinlich die Wurzeln der Phaeophyceen zu suchen zu sein, und nur diese einzige braune Flagellatenreihe scheint es zu sein, die sich weiter entwickelt hat.

Nun kommt aber die neue Frage, an welche Gruppe der Flagellaten schließen nun wieder die Cryptomonaden an? SENN leitet sie von den Amphimonaden ab, SCHERFFEL geht auf dem Umwege über die Chloromonaden auf die Rhizomastiginen zurück. Mit den Chloromonaden haben die Cryptomonaden wohl nichts zu tun. Die Momente, die SCHERFFEL dafür verwertet, feste Assimilate (Stärke), Pyrenoide werden wir später anders vermittelt sehen, das Vakuolensystem findet sich ähnlich bei vielen höheren Flagellatenformen. Daß *Rhaphidomonas*[2]) trichocystenartige Gebilde

1) Ich stelle mir auch den Anschluß der Phaeophyceen nicht direkt an *Protochrysis*artige Formen vor; dazu ist diese vielleicht doch zu weit selbständig organisiert, sondern mehr in der Weise, daß sie auf eine nicht zu fern liegende gemeinsame Wurzel zurückgehen, deren Formen aber bereits Phaeochrysidalencharakter hatten.

2) Es scheint mir gar nicht ausgemacht, daß *Rhaphidomonas* zu den

besitzt, *Chilomonas* und *Cryptomonas* bei Säurebehandlung Fäden hervorschnellen, beweist nicht viel für die Verwandtschaft, dasselbe tut auch eine typische Chrysomonade, *Ochromonas crenata*. Ich glaube, sowohl SENN als auch SCHERFFEL suchen viel zu weit zurückgehende Beziehungen. Mir scheint es, und auch KLEBS ist derselben Ansicht, die Cryptomonaden zeigen nur zu einer Flagellatengruppe Verwandtschaft: zu den Chrysomonaden. Derselbe Farbstoff bei beiden, mit denselben Farbennuancen, auch bei den Chrysomonaden rötliche und blaue Formen. Dann dieselbe Entwicklung, zunächst in jeder Reihe einfache Formen mit zartem, oft fehlendem Periplast und einem einfachen Vakuolensystem, und schließlich große, derbhäutige Formen mit pusulenartigen Vakuolenorganisationen. Nun noch die Frage der Assimilate, für die Cryptomonaden wird als charakteristisch die Stärkeassimilation (und Öl) angegeben, für die Chrysomonaden Leukosin und Öl. Der Gegensatz besteht aber nicht durchgreifend. Gewiß assimilieren einzelne Formen Stärke, wie *Chilomonas*, *Chroomonas baltica*, die Zooxanthellen (wie es WINTER schön zeigte) und *Cryptomonas ovata*. Alle anderen aber nicht, keine *Phaeocapsaceae*, nicht *Protochrysis*, nicht *Cryptochrysis*, nicht *Chroomonas Nordstedtii*. Deren feste Assimilate sind nicht typisch Stärke, sie zeigen weder Doppelbrechung noch Blaufärbung mit Jod, sondern färben sich mit Jod höchstens braunrot bis braunviolett, dasselbe war ja auch bei der von REINISCH untersuchten *Phaeoplax* der Fall. Andererseits ist der Besitz von Leukosin nicht so absolut für die Chrysomonaden charakteristisch; bei einzelnen Mallomonaden, bei Chromulinen, Synuren und vor allem bei Ochromonaden fanden sich wiederholt dieselben festen, geformten Assimilate wie bei den Cryptomonaden, dieselbe Reaktion, der gleiche Mangel der Doppelbrechung. Nur sind die festen Assimilate bei den Chrysomonaden seltener. Es macht ganz den Eindruck, als ob diese Flagellaten erst im Beginne der Erwerbung fester Assimilate wären; die meisten Chrysomonaden sind noch nicht sehr weit darin gekommen. Die Cryptomonaden aber haben bereits fast ausschließlich feste Assimilate, ja die vorgeschrittensten Typen, wie *Cryptomonas*, oder biologisch aberrante Typen (wie *Chrysidella*

Chloromonaden gehört. Die „Abgrenzung" der Familien liegt hier noch sehr im Argen, und die Cryptomonaden, Chloromonaden stellen in den einzelnen Handbüchern ganz verschiedene Gemengsel dar. Falsch ist es, die Chloromonaden durch ihr kompliziertes Pusulensystem zu charakterisieren. Dasselbe System besitzen die Chrysomonaden und einzelne Euglenineu: auf den so beliebten Gegensatz der Assimilationsprodukte komme ich ja noch schon zu sprechen.

[endozoisch], oder *Chilomonas* [heterotroph]) scheinen bis zur Stärkeassimilation und damit auch bis zur Bildung jener pyrenoidartigen Körper vorgeschritten zu sein.

Auf keinen Fall existiert der scharfe Gegensatz, der so gerne hervorgeholt wird, wir sahen ja die Angaben der Stärkeassimilation nicht einmal für alle Cryptomonaden richtig.

Demnach scheint mir der Anschluß der Cryptomonaden an die Chrysomonaden sehr leicht möglich, zum mindesten wahrscheinlicher als der an die Chloromonaden, mit denen sie gar nichts gemein haben. Schon KLEBS hat derartiges vermutet und die Cryptomonaden als einen relativ selbständigen Seitenzweig der Chrysomonaden hingestellt. Vielleicht ist es sogar möglich, eine bestimmtere Gruppe der Chrysomonaden mit den Cryptomonaden in Verbindung zu bringen. Die ungleichen Geißeln der Cryptomonaden (die bei einzelnen Formen scheinbare gleiche Länge wird nur vorgetäuscht, davon in der größeren Arbeit) haben sie mit den Ochromonaden gemeinsam; allerdings ist bei den Ochromonaden die Längendifferenz eine beträchtlichere als bei den Cryptomonaden, doch ist das bei weitem nicht bei allen der Fall. Es ist nun interessant, daß auch einzelne Ochromonaden eine kleine Furche besitzen: viele eingesenkte Apikalenden der Chromulinalen sind vielleicht ebenfalls nichts anderes; es sind ferner jene Formen, die die Geißeln in einer kleinen Grube inserieren lassen, z. B. *Ochromonas mutabilis*, ferner eine *Ochromonas*-Art, die *Ochromonas tenera* Mayer sehr ähnlich sah, doch ordentliche Chromatophoren besaß, und andere, kurz, wir sehen gerade ein charakteristisches Merkmal: die Furche und damit die beginnende Dorsiventralität bereits bei der einen Chrysomonadengruppe angedeutet.

Nehmen wir noch dazu, daß die Cryptomonaden sicher abgeleitete, nicht mehr primitive Formen sind, daß bereits bei den Chrysomonaden die Bildung fester Assimilate amyloider Form einsetzt, so werden wir unter Berücksichtigung der gemeinsamen Furchenbildung und der bereits bei einzelnen Ochromonaden angelegten Dorsiventralität wohl besser tun, die Cryptomonaden als eine relativ weit vorgeschrittene Entwicklungsreihe der Chrysomonaden aufzufassen, die entweder auf die Ochromonaden zurückgeht oder doch mit diesen speziell sich aus gemeinsamer Wurzel entwickelt hat.

Damit verschieben sich aber wesentlich unsere Anschauungen über die Phylogenie der Algen. Man hat sich mit der Zeit gewöhnt, die Cryptomonaden als den Urstoff anzusehen, aus dem alle möglichen niederen Pflanzen nur so hervorbrodelten. Man hat aus

ihnen womöglich mit geraden Linien, die Volvocalen, Grünalgen und die Archegoniaten hervorgehen, von anderer Seite den größten Teil der Thallophyten in ihnen wurzeln lassen, man hat genetische Beziehungen zwischen Rhodophyceen und *Rhodomonas* durch einen geraden verbindenden Strich symbolisiert, Beziehungen, die wohl nur die gleichanlautenden Namen zur Basis hatten, das alles scheint mir viel zu kühn und unrichtig. Die Cryptomonaden haben diese universelle Bedeutung gar nicht. Sie sind nur als ein Seitenzweig, ein allerdings relativ weit vorgeschrittener Seitenzweig der Chrysomonaden aufzufassen und damit werden wir uns wohl den Glauben an ihre universelle phylogenetische Bedeutung abgewöhnen müssen. Die Cryptomonaden haben phyletische Bedeutung nur für die Phaeocapsaceen und Phaeophyceen[1]) und für die Dinoflagellaten. Diese stammen nicht schnurgerade von den Chrysomonaden ab, wie es gern dargestellt wird; wenn die Phaeophyceen[2]) auf braune Flagellaten zurückgehen, so haben sie ihren Ausgangspunkt viel eher mit den Crypto- als mit den Chrysomonaden gemeinsam. Wir werden daher unsere bisherigen Anschauungen über die Phylogenie der braunen Algen vorderhand umändern müssen; die schöne Parallelität, die Cryptomonaden hätten sich zu den grünen Algen, die Chrysomonaden zu den braunen weiter entwickelt, diese Parallelität existiert gar nicht. Bezüglich der grünen Algen stehen wir womöglich noch ratloser da, und mit den Cryptomonaden stehen gerade die Phaeophyceen in Beziehung, also eine förmliche Umkehrung.

Nun ist es usuell, die vorgebrachten Anschauungen durch Stammbäume zu illustrieren. Wir müssen ehrlich sagen, Stammbäume als solche beweisen nichts, sie dienen zur übersichtlichen Darstellung von Anschauungen. Nur in dem Sinne möchte ich umstehende Übersicht aufgefaßt sehen. Hier ist nichts sicher Bewiesenes, sondern entsprechend dem derzeitigen Stande der Kenntnisse einigermaßen Mögliches dargestellt.

Prag, Mitte April 1911.

1) *Phaeodactylon* Bohlin mit den Phaeocapsaceen in einem Atem zu nennen geht gewiß nicht an, das ist ein ganz anderer, vielleicht isolierter Organisationstyp.

2) Selbstredend soweit sie genetisch zusammengehören. Bei den Dictyotaceen und einer anderen Gruppe der Phaeophyceen, könnte man an eine chromatische Adaption von Rhodophyceenvorfahren denken. Es sind deren bewegliche Stadien auch ganz anders organisiert

Chrysomonadinae

?

Chromulinales, Isochrysidales, Ochromonadales

und andere

Phaeochrysidales
(Cryptomonadinae)

blaugrün-blau

Chromonas
Cyanomonas

derber Periplast-Schlund

heterotroph

Cryptochrysis
freilebend *Wysotzkia*
Protochrysis

Cryptomonas
erosa -- ovata
Nyctotherus

Chilomonas
Cyathomonas
Oxyrrhis

Chrysidella
endozoisch (*Zooxanthella*
zum Teil)

rotbraun-rötlich

Rhodomonas
pelagica — baltica

Haeocapsaceae (zum Teil)
(bewegliche Stadien reduziert,
unbeweglicher Zustand dominierend)

Pharoplax
Haeococcus
Naegeliella
Haeocystis z. T.
Haeothamnion
u. a.

↙ *Dinoflagellatae*

?

↙ *Phaeophyceae* (zum größten Teil)

28. S. Rywosch: Über eine Diffusionsbeschleunigung der Dextrose.

(Eingegangen am 20. April 1911.)

In den folgenden Zeilen werde ich, leider nur in Form einer kurzen Notiz, einiges mitteilen, was ich eigentlich zu einer umfangreichen Untersuchung auszuarbeiten die Absicht hatte. Äußere Umstände aber veranlassen mich, die Hoffnung aufzugeben in absehbarer Zeit meine Studien auf diesem Gebiete fortzusetzen. Ich hoffe aber vielleicht noch einmal diese Arbeiten wieder aufnehmen zu können; es würde mich aber freuen, wenn unterdessen andere Forscher ihre Aufmerksamkeit diesen Studien schenken würden. Und das ist der Zweck dieser fragmentarischen Notiz.

Wenn in zwei Zellen, welche miteinander in Verbindung stehen, ein verschiedener osmotischer Druck herrscht, so nimmt man mit Recht an, daß eine Diffusion zwischen diesen stattfinden wird.

SACHS hat die Lehre aufgestellt, daß die Wanderung der Stoffe in der Pflanze nur durch Diffusion bewirkt wird. Diese sehr plausible Lehre, welche auch die allgemeine Anerkennung gefunden hat, wurde aber in gewisser Beziehung durch wichtige Studien auf dem Gebiete der Physik gefährdet. So ergaben Versuche von STEFAN Zahlen für Zeiteinheiten und Entfernungen, welche verhältnismäßig so klein sind, daß, wenn man sie auf die Stoffwanderung in der Pflanze überträgt, wir uns die Wanderung durch Diffusion nicht ausreichend erklären könnten. Denn die von einem Punkte zu einer anderen Stelle geschafften Stoffe müßten nach den Gesetzen der Diffusion viel mehr Zeit beanspruchen, als es in der lebenden Pflanze tatsächlich der Fall ist.

Aus diesen Gründen hielt ich es für geboten, neue Beweise für die Bedeutung der Diffusion für die Stoffwanderung zu ermitteln. Das schien mir um so mehr am Platze, als SACHS seine Theorie in einer nicht erschöpfenden Weise begründet hat. Einerseits achtet er nur auf den Ausgangspunkt der Stoffe und den Bestimmungsort z. B. von einem Cotyledon zu den sich neu bildenden Pflanzenorganen, wobei er eigentlich nur die Dekonzentration an diesen Punkten berücksichtigt. Andererseits scheint

er anzunehmen, daß die gelösten Kohlenhydrate beim Eintreten aus einer Zelle in die nächste ganz in Stärke umgewandelt werden, um später wieder gelöst zu werden.

In meinen früheren Untersuchungen habe ich nachweisen können, wie die Ausschaltung der osmotisch wirkenden Stoffe vom Auswanderungspunkte zum Bestimmungsorte stufenweise vor sich geht.

Diese Art der Dekonzentration, wo man geradezu von Zelle zu Zelle das Zunehmen der osmotisch unwirksamen Stärke in der Richtung zum Bestimmungsorte wahrnehmen kann, habe ich sowohl bei Füllung als auch bei Entleerung der Pflanzenorgane beobachtet; zugleich aber auch experimentell nachweisen können. Im übrigen muß auf meine Arbeiten Bot. Zt. 1908 und besonders Zeitschrift für Botanik 1909 hingewiesen werden. Meine Studien lassen fast mit einer absoluten Sicherheit annehmen, daß den Diffusionsströmen eine ganz besonders wichtige Bedeutung im Prozesse der Stoffwanderung zufällt; es läßt sich vielleicht sogar vermuten, daß aller Stofftransport mittels dieser Ströme bewerkstelligt wird.

Diese Tatsache stößt, wie ich schon früher erwähnte, auf eine eigentlich unüberwindliche Schwierigkeit. Denn bei der Voraussetzung, daß eine physiologische Funktion in Übereinstimmung mit einem physikalischen Gesetze, in diesem Falle dem Diffusionsgesetze, ausgeführt werde, ist es einleuchtend, daß wir zugleich annehmen müssen, daß der ganze Prozeß nur in den Grenzen des betreffenden Gesetzes sich abwickeln werde.

Nach den bekannten Tatsachen scheint aber die Erledigung der Stoffwanderung in der Pflanze nach den gewöhnlichen Gesetzen der Diffusion so gut wie ausgeschlossen, denn die in physikalischen Experimenten gefundene Geschwindigkeit der Diffusion bleibt weit hinter derjenigen zurück, mit welcher die Stoffe in den Pflanzenorganen wandern [1]).

Aus diesem Grunde will ich hier einige Erwägungen und Beobachtungen mitteilen, welche die Frage noch bei weitem nicht

1) Es gibt eine Hypothese von DE VRIES (Bot. Ztg. 1885), welche die Beschleunigung des Stofftransportes in der Plasmaströmung erblickt. Diese Hypothese ist, wie es mir scheint, nur sehr wenig geeignet, Klarheit zu bringen. Mir scheint nicht besonders plausibel, in der Plasmaströmung eine Beschleunigung der Diffusion zu suchen, um so mehr, als die gelösten Stoffe sich doch auch im Zellsaft finden und gerade die Hauptvakuole durchwandern müssen. Auch PFEFFER spricht sich gegen diese Hypothese aus. (Pflanzenphysiologie Bd. I, 1897, S. 602.)

ganz klären werden, vielleicht aber doch dazu beitragen können, daß wir die Diffusion als das Hauptagens beim Stofftransport betrachten dürfen. Meinen Betrachtungen muß ich vorausschicken, daß, wenn wir etwa annehmen dürften, die Diffusion erhalte in Pflanzenorganen eine Beschleunigung, wir auch a priori in solchem Falle mehrere Mittel voraussetzen müssen, welche eine eventuelle Beschleunigung bewerkstelligen könnten.

Ich halte dies um so mehr für wahrscheinlich, als ich in meinen früheren Arbeiten feststellen konnte, daß die Bildung von Konzentrationsgefällen in den Pflanzen ebenfalls auf verschiedene Weise erfolgt.

Allgemein betrachtet, könnte man annehmen, daß in der Pflanze in einem gewissen Grade die Diffusion schneller vor sich geht, als unter gleichen Umständen (bei gleichen Stoffen und Konzentrationsunterschieden) bei den physikalischen Versuchen. Denn die regulatorische Tätigkeit einer lebenden Zelle greift möglicherweise in kleinsten Zeiteinheiten ein, was bei physikalischen Versuchen schwer anzunehmen ist.

Ich will hier aber eine Tatsache erwähnen, welche nach meinen hier mitzuteilenden Studien entschieden von Bedeutung für den schnellen Transport sein müßte. Bei der Stoffwanderung läßt sich oft feststellen, daß in den Zellen nicht eine, sondern mehrere Zuckerarten auftreten. Ich verweise auf die kleine Tabelle in JOST Vorlesungen (2. Aufl. 1908 S. 130). Wir sehen dort, daß in Blättern, wo stets eine ausgiebige Wanderung Platz hat, sich mehrere Zuckerarten befinden. Aus einigen Erwägungen, die ich unten anführen werde, hielt ich es für nicht ausgeschlossen, daß zwei Zuckerarten sich gegenseitig bei der Diffusion beschleunigen könnten, und zwar ist es so aufzufassen, daß der eine Zucker, nämlich der leichter diffundierende, eine gewisse Beschleunigung durch die Gegenwart des zweiten Zuckers, welcher weniger leicht diffundiert, erhält.

Zu diesem Zwecke stellte ich folgende Zuckerlösungen her. Eine Lösung enthielt in 100 ccm 2 pCt. Traubenzucker. Die andere 2 pCt. Traubenzucker plus 2 pCt. Rohrzucker.

Ich ließ nun solche Lösungen gegen Wasser unter möglichst gleichen Bedingungen, bei gleicher Temperatur am gleichen Orte zur selben Zeit diffundieren. Als trennende Membran diente mir eine sehr gute Sorte Pergamentpapier. Zur Kontrolle machte ich meist zwei oder mehrere Versuche hintereinander und wechselte dabei die Röhren, welche als Dialysatoren dienten. Auf diese Weise konnte man sicher sein, daß die Resultate der Diffusion

nicht von dem respektiven Papierstück verschieden beeinflußt würden. Denn dieselben Röhren mit dem Pergamentpapier, welche in einem Versuche die Traubenzuckerlösung enthielten, bargen nach genügenden Auswaschungen beim nächsten Versuche das Gemenge beider genannter Zucker usw. Um eine eventuelle Gärung zu verhindern, fügte ich jeder der genannten Lösungen stets eine gleiche Menge Sublimatlösung zu und zwar enthielten 100 ccm der Lösungen 0,01 $HgCl_2$ also in der Verdünnung von 1 : 10 000. — Das Resultat war nun, daß trotz aller Kautelen sich doch eine Verschiedenheit in der Auswanderung des Traubenzuckers ergab. Ich muß hier anführen, daß ich mehr als fünfzigmal die Versuche wiederholt habe und immer ein ziemlich gleiches Resultat gefunden habe. Die Menge des ausgewanderten Traubenzuckers aus dem Zuckergemisch betrug im allgemeinen 8 – 9 pCt. mehr als aus der Lösung, in welcher Traubenzucker allein gelöst war. Und das so konstant, daß ich den Unterschied eigentlich nur sehr selten etwas unter 8 pCt. finden konnte.

Von den sehr vielen Versuchen sei hier nur folgender zur Illustration näher angeführt. In A befindet sich eine 2proz. Traubenzuckerlösung, in B 2 pCt. Trauben- + 2 pCt. Rohrzucker. Nach 18 Stunden der Diffusion fand sich in A 0,9 pCt., in B 0,8 pCt. Dextrose; mithin ist aus A 1,1, aus B 1,2 Dextrose ausgewandert.

Ich will hier noch einiges anführen über die Art, wie ich die Zuckerbestimmungen ausgeführt habe. Die Versuche dauerten etwa 15—24 Stunden. Nachdem wurden die Lösungen aus den Röhren, welche noch unten mit dem Pergamentpapier abgeschlossen waren, in gradierte Gefäße ausgegossen und beide durch Zufügen von Wasser auf ein gleiches Volumen gebracht. Es ist sicherer, die Bestimmungen so auszuführen, daß man den nachgebliebenen Rest in der mit dem Pergamentpapier verschlossenen Röhre untersucht, als wenn man in dem Gefäß mit Wasser den eingewanderten Zucker bestimmt. Wir wollen das an einem konkreten Falle illustrieren. In einer Röhre A findet sich in 100 ccm der Lösung 2 pCt. Traubenzucker; in der Röhre B 2 pCt. Traubenzucker + 2 pCt. Rohrzucker. Nachdem man diese Röhren mit dem Papierverschluß in ein Wassergefäß so tief gesenkt hat, bis das Niveau des Wassers und der Lösung gleich hoch sind und so etwa 15 Stunden, am besten unter einer großen schwarzen Pappglocke hat stehen lassen, ist dank der Diffusion eine gewisse Menge des Zuckers ausgewandert. Wir untersuchen mittels der FEHLINGschen Lösung und finden, daß in A mehr Traubenzucker nachgeblieben ist als

in B, so daß, um 5 ccm der FEHLINGschen Lösung vollständig zu reduzieren, von der A-Lösung mehr genommen werden muß als von der B-Lösung. Auf diese Weise schließen wir folgende Fehlerquelle aus. Bekanntlich ist es nicht so leicht, sich einen Rohrzucker zu verschaffen, welcher absolut nicht reduziert — es haften oft, wenn auch äußerst wenig, reduzierende Stoffe ihm an. Da wir aber gerade im Zuckergemenge das geringere Reduktionsvermögen gefunden haben, so ist es einzig und allein dem Abnehmen des Traubenzuckers im Gefäß B zuzuschreiben. Der Vollständigkeit halber sei übrigens noch bemerkt, daß Rohrzucker in einem Gemenge mit Traubenzucker die Reduktionsfähigkeit des Traubenzuckers nicht herabsetzt. Nach diesen Bemerkungen will ich also zu unseren Versuchen zurückkehren.

Es sei noch einiges über die Methode, nach welcher ich die quantitative Zuckerbestimmung ausgeführt habe, erwähnt. Nach einigen Vorversuchen, Dextrose nach ALLIN (wo das reduzierte Kupfer bestimmt wird) zu bestimmen, überzeugte ich mich davon, daß die alte FEHLINGsche Methode ebenso gute Resultate gibt wie diese. Außerdem war das Institut, in welchem ich diese Studien ausführte, nicht dazu eingerichtet, um zahlreiche Analysen nach ALLIN auszuführen. (Ich arbeite seit einer Reihe von Jahren im Zool. Institut zu Dorpat-Jurjew. Vorstand J. V. KENNEL.) Bei der Zuckerbestimmung nach FEHLING kann man sehr gute und sichere Resultate erhalten, wenn man tatsächlich alle Vorschriften, wie sie z. B. in TOLLENs Handbuch der Kohlenhydrate oder in E. SCHMIDTs Pharmazeutischer Chemie enthalten sind, befolgt. Die Hauptsache ist, nachdem man annähernd den Zuckergehalt bestimmt, dann, sobald man sich der genaueren Bestimmung nähert, mehrere Analysen nacheinander macht und zwar so lange, bis die Flüssigkeit, welche über dem Kupferoxydul steht, nach dem sehr schnellen Abfiltrieren und Ansäuern mit Essigsäure keinen Niederschlag mit Ferrocyankalium gibt. Achtet man also sehr genau auf alle Vorschriften, so erhält man zuverlässige Zahlen, was ich durch vielmalige aufeinanderfolgende Ausführung der Bestimmungen des Traubenzuckers betätigen konnte. Ich verdanke es Herrn KESSLER, Assistent am Physiolog. Institut zu Dorpat-Jurjew, einige Analysen nach einer anderen Methode ausgeführt zu haben. Herr KESSLER bestimmte in meiner Gegenwart einige meiner Lösungen nach der Methode von PAVY, und es sei hier nur angeführt, daß diese Bestimmungen dieselben Zahlen ergaben, wie ich sie stets bei meinen eigenen Analysen gefunden hatte.

Aus meinen früheren Studien und dem hier Angeführten

glaube ich als wahrscheinlich folgendes hinstellen zu können: 1. Die Stoffwanderung geschieht hauptsächlich nach den Gesetzen der Diffusion. 2. Es ist anzunehmen, daß bei der Stoffwanderung gewisse Bedingungen geschaffen werden, durch welche die Diffusion beschleunigt wird, als deren eine wir das Auftreten zweier (oder mehrerer) Zuckerarten annehmen dürfen.

Es erübrigt, hier noch mit einigen Worten der physikalischen Seite der Frage Erwähnung zu tun. Ich werde mich sehr kurz fassen müssen, da eingehende Ausführungen uns zu weit führen würden, und, da uns doch hier mehr die biologische Seite der Frage interessiert. Was die Literatur anbetrifft, so verweise ich auf WINKELMANN, Allg. Physik, Bd. I, S. 1450—1500, II. Aufl. 1908. Über die Beschleunigung der Diffusion hat schon GRAHAM berichtet. So wurde von ihm z. B. festgestellt, daß aus einem Gemisch von NaCl und KCl das erstere Salz in seinem gewöhnlichen Tempo diffundierte, während Chlorkalium in seiner Diffusion beschleunigt wurde. Und es ist hier zu bemerken, daß KCl für sich allein genommen, rascher diffundiert als NaCl. Und es scheint dies wohl ein häufiger Fall zu sein, daß das rascher diffundierende Salz im Gemisch in seiner Diffusion noch beschleunigt wird.

Eine ausführliche Arbeit über diese Frage hat MARIGNAC geschrieben. Man muß aber sagen, daß er zu keinen allgemeinen Schlüssen gelangen konnte. Eine sehr ausgiebige Beschleunigung konnte ARRHENIUS feststellen. So diffundierte Salzsäure, wenn in der Diffusionsflüssigkeit (Wasser) noch NaCl enthalten war 166 pCt. gegen 100, wo das Wasser salzfrei war. (ARRHENIUS Zeitschr. f. Physik, Chemie 1892, Bd. 10, Tabelle S. 68, 71). Es gibt aber auch Fälle, wo beigemengte Körper die Diffusionsgeschwindigkeit herabsetzen. So gilt das ganz besonders in denjenigen Fällen, wo zu einem Elektrolyten ein Nichtelektrolyt zugesetzt wird — in diesem Falle wird die Diffusion des Elektrolyten verzögert.

Was die rein theoretischen Erklärungen der Veränderung der Diffusionsgeschwindigkeit betrifft, so sei nur erwähnt, daß eine solche Theorie eigentlich nur für die Elektrolyten mit Zuhilfenahme der Ionentheorie ausgearbeitet ist. (Besonders NERNST, 1888, vidi Handb. d. Physik Bd. 1.) Unsere kleine Studie zeigt aber, daß auch ein leichter diffusibler Nichtelektrolyt von einem anderen Nichtelektrolyten eine Beschleunigung erfahren kann. Die Dextrose diffundiert bekanntlich leichter als Saccharose (vgl. TOLLENs Handbuch der Kohlenhydrate 1888 S. 15 Tabelle nach A. MEYER) und erhält durch

letztere, wie wir es aus meinen Versuchen sehen konnten, eine Beschleunigung. — Ich will hier eine Bemerkung von ABEGG anführen, welche vermuten läßt, daß solche Fälle noch öfters werden konstatiert werden können. Der genannte Forscher gibt in einer Anmerkung (Zeitschr. f. physik. Chemie 1893, Bd. XI, S. 264) folgendes an: „Inzwischen angestellte Versuche über Lösungen von Mischungen von Nichtelektrolyten ergaben auch hier in vielen Fällen eine bedeutend größere Gefrierpunkterniedrigung als die Summe der Komponenten." Das ist aber von großer Bedeutung, denn damit wird gerade die Tatsache festgestellt, daß auch bei Mischungen von Nichtelektrolyten der Gefrierpunkt niedriger ausfallen kann, als die Summe der gelösten Stoffe erwarten ließ. Für unsere Frage ist die Tatsache aus dem Grunde beachtenswert, weil man hier also mit einem gesteigerten osmotischen Drucke zu rechnen hat — was in den meisten Fällen die Diffusion beschleunigend beeinflußt.

Ich hoffe übrigens auf die Frage der Gefrierpunktserniedrigungen der Zuckergemische in Gemeinschaft mit einem erfahrenen Forscher auf dem Gebiete der physikalischen Chemie noch einmal zurückzukommen.

29. V. Kasanowsky: Aphanomyces laevis de Bary. I. Entwicklung der Sexualorgane und Befruchtung.

(Mit Taf. X.)

(Eingegangen am 23. April 1911.)

In seiner Schrift: „Fecundation in Plants (04) sagt D. MOTTIER: „The sexuality of the Saprolegniaceae is, perhaps, one of the oldest questions in Botany still in disput." In der Tat war der erste Verteidiger der sexuellen Reproduktion bei den Saprolegnieen PRINGSHEIM (57, 73, 82), dessen Angaben bekanntlich von DE BARY (81, 83) auf Grund des Mangels beweisführender Tatsachen über Eindringen des Antheridiuminhalts in das Ooplasma bestritten wurden, indem Saprolegnieen von ihm als „apogam" erklärt wurden. Späterhin wurden die Ansichten DE BARYs von HARTOG (96, 99) angenommen, inzwischen auch verstärkt durch die Angabe, daß sich der funktionelle Eikern durch die Vereinigung mehrerer Kerne bilden soll. Die letztere Angabe HARTOGs wurde aber von

vielen Seiten, zuletzt namentlich von DAVIS (03) zurückgewiesen, der sich mit DE BARY für Apogamie dieser Pilze ausgesprochen hat. Nun lassen die Arbeiten von TROW (99, 04) und späterhin von CLAUSSEN (08) und MÜCKE (08) nicht den geringsten Zweifel darüber, daß ein Sexualprozeß in dieser Familie wirklich existiert, wenigstens bei den von diesen Forschern studierten Arten *Saprolegnia* und *Achlya*, an denen die Hineingießung des Inhalts der Befruchtungsschläuche ins Ei und die darauf folgende Vereinigung der Sexualkerne festgestellt wurde.

Da außer *Achlya* und *Saprolegnia* diese Familie noch reich genug an anderen noch wenig untersuchten Gattungen ist, so hielt ich es für nicht überflüssig, die Entwicklungsgeschichte und Befruchtungsprozesse bei *Aphanomyces laevis* zu verfolgen, der eben der in dieser Hinsicht noch nicht erforschten Saprolegnieengattung angehört.

Die Methoden.

Kulturen. Als Ausgangsmaterial für meine Beobachtungen diente mir eine unreine Kultur verschiedener Arten von Saprolegnieen, welche sich auf einer toten Fliege in einem Gefäße mit verschiedenen Algen aus einem Torfmoor in der Umgebung Kiews entwickelte.

Die Fliege wurde in eine PETRIschale mit destilliertem Wasser zusammen mit Laichkörnern vom Flußbarsch gebracht. Vorläufig wurde der benutzte frische Laich zunächst mittelst starken Wasserstrahls von den Resten des Bindegewebes gereinigt, die losen vollkommen reinen Laichkörner wurden alsdann in kleinen Portionen in Probiergläsern mit wenig Wasser im Dampftopfe getötet und sterilisiert.

Nach zwei Tagen zeigte das Mikroskop zwischen den zarten Strahlenbildungen, welche sich um die Laichkörner gebildet hatten, hohlkugelig zusammengehäufte Zoosporen des Typus *Achlya*. Unter dem Mikroskop (Objektiv 3 in Verbindung mit Okular 1) gelang es mir, in fast eingetrockneten Wassertropfen auf einem Objektträger, mit einer äußerst feinen Nadel solch ein Zoosporenhäufchen zu durchstechen und dann auf einen harten Nährboden zu übertragen.

Als Nährboden diente mir nach KLEBS (99) zubereitete 5prozentige Gelatine mit 2 pCt. Fleischextrakt, welche eine dünne Schicht auf dem Boden der PETRIschale bildete. Diese Kultur wurde an einen hellen und kühlen (3 °—5° C) Ort gestellt, und nach $2^1/_2$—3 Tagen konnte man schon auf der Oberfläche der

Gelatine an der Stelle des Stiches strahlenartig wachsende Mycelfäden beobachten.

Zur Gewinnung reiner Kulturen benutzte ich die Methode von KLEBS, die auf der Eigenschaft der Pilzfäden beruht, schneller als miteingeführte Bakterien zentrifugal zu wachsen. Ein Stück Gelatine wurde samt Mycel ausgeschnitten und in destilliertes Wasser übertragen. Um völlig sicher eine absolut reine Kultur, d. h. aus einer Zelle bzw. einer Zoospore, zu erhalten, benutzte ich die Methode der schwimmenden Gläser (TROW 04). Statt des Eiweißes wandte ich Fleischextraktgelatine an, da das Eiweiß nach Sterilisation undurchsichtig wird: je ein Tröpfchen Nährgelatine werden auf mehreren sterilisierten Deckgläschen angebracht; dieselben läßt man mit der mit dem Nährgelatinetröpfchen beladenen Seite auf der Wasseroberfläche jener Schale schwimmen, in der sich ein Gelatinestückchen mit dem Pilzmycel befindet. Nach 24—30 Stunden kann man nach diesem Verfahren auf den schwimmenden Deckgläschen bereits manche dem Gelatinetröpfchen aufsitzenden keimenden Zoosporen auffinden. Es zeigte sich, daß von den 20 nur 3 Versuchsdeckgläschen je eine einzige Zoospore bekommen hatten, was dank der unbedeutenden Dimension und hohen Durchsichtigkeit des Gelatinetröpfchens leicht zu kontrolieren war.

Nach dem sorgfältigen Abspülen werden sämtliche Deckgläschen auf die Nährgelatine übertragen und ferner gesondert behandelt.

Die übrigen Gläschen, die mehr als je eine Zoospore enthielten, wurden zur Herstellung mehrerer feuchten Kammern mit hängenden Tropfen benutzt. Tag für Tag beobachtete ich die Entwicklung des Mycels und Entstehung der charakteristischen zylindrisch-fadenförmigen (2 mm bei 5—7 μ im Durchmesser) mit in einer einfachen Reihe angeordneten „Schwärmsporen" (Zoosporangien). Aus diesen schlüpften die Zoosporen allmählich nacheinander, häuften sich, indem sie die obenerwähnte Zoosporenhohlkugel bildeten. Die angeführte Erscheinung genügte bereits, die Zugehörigkeit meines Pilzes zu *Aphanomyces*, nach dem wesentlichsten Gattungsmerkmale, festzustellen. Nach 4 Tagen erfolgte die Entstehung der typischen eineiigen Oogonien. Die glatten, konzentrischen Oosporen (ca. 6—8 Tage alt) gestatteten mir, den Pilz als *Aphanomyces laevis* DE BARY zu erkennen (DE BARY 60, SCHRÖTER 89, FISCHER A. 92).

Während dieser Zeit wuchs das Mycel unter den auf die Gelatine aufgetragenen Deckgläschen sehr schnell heran. Ein Stückchen Gelatine, das einige *Aphanomyces*spitzen enthielt, wurde

nun an der Peripherie des Mycels ausgeschnitten und auf neuen Nährboden gelegt. Von der so erhaltenen Kultur wird in ähnlicher Weise neues Impfmaterial gewonnen und die Überimpfung so lange wiederholt, bis vollständig bakterienfreie Kulturen erhalten worden sind.

Das Mycel einer solchen Reinkultur konnte nun in destilliertem Wasser mit Laichkörnern weiter kultiviert werden. Dort entwickelte es zunächst Zoosporen, und die angebotenen Laichkörner wurden infiziert. 5 oder 6 Tage nach der Infizierung konnte man schon auf den Laichkörnern die zahlreichen Oogonien und Antheridien beobachten.

Den von mir auf die eben beschriebene Weise isolierten *Aphanomyces laevis* bewahre ich seit $1^1/_2$ Jahren in Kultur und bin jederzeit in der Lage, mir frisches Untersuchungsmaterial zu beschaffen. Es möge hier nicht unerwähnt bleiben, daß ich als Nährmaterial für dauernde Kulturen auch sterilisierte Ameiseneier benutzte, zu welchem Zweck diese nach CLAUSSEN (08) wirklich ausgezeichnet sind. Aber Ameiseneier enthalten meist reichlich Chitinmassen, die das Schneiden mit dem Mikrotom hindern, da die Schnitte zerreißen. Diesem Übelstande entgeht man, wenn man als Substrat sterilisierte Laichkörner verwendet, die sich sehr gut schneiden lassen.

Fixierung. Als Fixierungsmittel benutzte ich Chromessigsäure in starker Verdünnung (0,3 pCt. bis 0,7 pCt.) und schwache Chromosmiumessigsäure nach FLEMMING (1 T. + 5 T. Wasser).

Die obenerwähnten auf Laichkörnern gezüchteten und aus einer Zoospore entstandenen (4—10tägigen) Kulturen fixierte ich etwa 6—8 Stunden direkt in der PETRIschale, nachdem das Kulturwasser zum Teil entfernt war. Vor der Fixierung waren die Kulturen sorgfältig mit destilliertem Wasser ausgewaschen, um das Material von Bakterien, die während der Beobachtungen in der PETRIschale eindringen könnten, frei zu machen.

Das Auswaschen des fixierten Materials wurde in Leitungswasser unter öfterem Wechsel ca. 24 Stunden lang vorgenommen. Die Objekte wurden entweder nach dem Glyzerinverfahren (OVERTON) oder mittels SCHULZEschen Entwässerungsgefäßes in Alkohol übertragen. Die Entwässerung wurde nach 24 Stunden vollzogen.

Bei der Überführung in Xylol ist besondere Vorsicht anzuwenden, da selbst geringe Zusätze hiervon ein zuviel bedeuten und sehr leicht Schrumpfungen hervorrufen; infolgedessen benutzte ich folgende Vorrichtung. An den Rändern eines 25 mm langen

und 6 mm breiten Probiergläschens, worin das Material in Alkohol eingelegt ist, wird ein Stück mit einer feinen Nadel durchstochenen Pergamentpapiers gespannt. Das Probiergläschen wird in einen Kork eingesetzt, und ein mit Xylol gefüllter Zylinder (100 ccm) wird damit zugepfropft. Um die Vermischung der Flüssigkeiten zu fördern, stellt man die ganze Vorrichtung mit dem Kork nach unten an einen warmen Ort (28 °). Nach 24 Stunden kann man das Material in reines Xylol übertragen.

Den im Xylol sich befindenden Objekten wurde leichtschmelzbares Paraffin zuerst bei Zimmertemperatur, dann auf dem Thermostaten langsam zugesetzt. Nach zweitägigem Verbleiben im Thermostaten wurde das leicht schmelzbare Paraffin durch das härtere (59 ° bis 63 °) ersetzt.

Die Schnitte wurden aus 3 bis 4 Laichkörner enthaltenden Blöcken auf dem JUNGmikrotom mittelst des Messers „c" für harte Objekte in einer Dicke von 3, 5, 7½ und 10 μ angefertigt.

Die Serienschnitte wurden mit Eiweiß derartig aufgeklebt, daß zwischen einzelnen Serienschnitten schmale, mit Paraffin unbedeckte Eiweißstreifen nachblieben. Diese färbbaren Streifen erleichtern die Feststellung der Zugehörigkeit der einzelnen Schnitte zu ein und demselben Oogonium.

Färbung. 1. Pianese 3, b, dreifache Färbung, wurde zuerst von TAWORSKI (06) und dann von MODILEWSKI (09) an Pflanzenobjekten angewandt.

2. GRAMsches Gentianviolett + Orange G. — Nelkenöl (NAWASCHIN 99).

3. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN, 1 Stunde in Eisenoxydammonsulfat (2,5 pCt.), 1 Stunde in der Farbe und darauffolgende Differenzierung mit Kontrolle unter dem Mikroskop (Wasserimmersion ZEISS. D) + Nachfärbung mit Congo-Corinth (HEIDENHAIN) in absolutem Alkohol.

4. Safranin-Thionin (TAWORSKY) + Bleu de Lyon-Nelkenöl.

Oogonentwicklung.

A. DE BARY und M. WORONIN (81) erwähnen bei der Beschreibung der Entwicklung von *Aphanomyces scaber* das folgende: „Für die Entstehung der Oogonien gilt, bis sie ihre volle Größe und Abgrenzung durch Querwände erreicht haben, wesentlich das gleiche wie für die Saprolegnieen." Dies kann ich nun durch mehrere Details erläutern, womit die gemeinte Analogie zwischen der Oogonienentwicklung bei *Aphanomyces* und der bei anderen Saprolegnieen noch mehr zutage treten wird.

Fig. 2 stellt ein junges Oogonium im Querschnitt dar, welches die terminale Anschwellung eines kurzen Seitenzweiges des Mycels ist, wie man aus Fig. 1 sieht. Die ganze Anlage des Oogoniums ebenso wie der Oogoniumstiel sind gleichmäßig mit feinkörnigem Plasma erfüllt; im Plasma sind unregelmäßig eingeteilte Kerne zu sehen (Fig. 2). Die Zahl der Kerne (20—40), ebenso wie die Größe der erwachsenen Oogonien (25—55 μ) schwankt stark. Die sämtlichen Kerne in diesem Stadium besitzen eine deutliche Kernmembran, einen scharf hervortretenden Nucleolus und ein zartes kaum bemerkbares Kerngerüst.

Wie auch bei den anderen Saprolegnieen entsteht bei der weiteren Entwicklung im Oogonium des *Aphanomyces* ein Innenhohlraum, der sich zunächst als eine runde zentrale Vakuole ausnimmt (Fig. 4). Dieser Hohlraum erweitert sich allmählich und drängt das Plasma zur Peripherie zurück, so daß das Plasma nach der endgültigen Entwicklung des Hohlraums die inneren Wände des Oogoniums mit einer ziemlich gleichmäßigen Schicht belegt (Fig. 6 und 7). In dem so entstandenen Hohlraume befinden sich kleine tropfenförmige Gebilde, die begierig Congo und Orange-G. (Fig. 6, 7, 8) speichern; diese, wie schon MÜCKE gezeigt hat, gehören wohl zu den Plasmaresten.

Die Bildung des zentralen Innenraums erscheint für die Entwicklungsgeschichte von *Achlya*, *Saprolegnia* und *Aphanomyces* charakteristisch im Gegensatz zu den Peronosporeen (*Pythium*, *Albugo*, *Peronospora*, *Plasmopara*, *Sclerospora*), wo er vollständig fehlt.

Nach Angabe von DAVIS (03) wird die Trennungswand des Oogoniumstiels schon angelegt, bevor die Innenraumbildung beginnt. Doch fand auch CLAUSSEN (08) bei *Saprolegnia monoica* im Gegensatz zu DAVIS, daß eine zentrale Vakuole im Oogonium bereits vor der Bildung der Trennungswand vorhanden ist. Bei *Aphanomyces* beobachtete ich also dasselbe, was CLAUSSEN bei *Saprolegnia monoica* gefunden hat; jedoch gelang es mir nicht, eine Verbindung zwischen dem Innenraum und der Stielvakuole, was nach den Angaben von MÜCKE der Fall sein soll, zu beobachten, und zwar sogar an solchen osmierten Schnitten (von 10 μ), die absichtlich nicht gebleicht wurden. Das Studium dieser Präparate eben zeigte, daß sich die Scheidewand bildet, bevor der Innenraum seine endgültigen Dimensionen erreicht (Fig. 4).

Auf dieser Stufe der Ausbildung greift gleichzeitig eine Veränderung der Kerne Platz. Eine Anzahl von anfangs kleinen Kernen nehmen an Größe zu (Fig. 6), die übrigen degenerieren: ihre Größe nimmt ab, die Kernmembran, der Nucleolus und das Kerngerüst

werden unscheinbar, bis endlich im Plasma eine große Zahl von feinen, färbbaren chromatinähnlichen Gebilden nachbleibt (Fig. 6 und 7, dn).

Zurückbleibende Kerne zeigen sehr deutlich die Struktur des ruhenden Kernes: einenNucleolus, ein sehr zartes, sich gut färbendes Kerngerüst und eine Kernmembran. Das Kerngerüst ist auf den mit Hämatoxylin und Congo gefärbten Präparaten deutlich zu sehen. hier und da findet man blaue Chromatinkörnchen (Fig. 4, 6). Die folgenden Stadien zeigen Kerne in Zuständen der Vorbereitung zur Mitose: wir sehen Kerne (Fig. 7), deren Nucleoli an Größe abnehmen, und gleichzeitig kugelige Körperchen im Kerngerüst scharf hervortreten — die Chromosomen.

Beginnende Teilung tritt fast simultan in sämtlichen Kernen ein und nimmt im allgemeinen auch einen gleichzeitigen Fortgang. Mittlerweile bilden sich deutlich intranucleäre Spindeln aus, in deren Äquator die zuvor meist etwas exzentrisch liegenden Chromosomen hineinrücken (Fig. 10, a—b). Über die Chromosomenzahl ließ sich etwas Bestimmtes nicht ermitteln (12 ? 18 ?).

Zwischen den Chromosomen tritt bei Hämatoxylinfärbung eine feinste Körnelung hervor, welche mit Congo-Corinth sich rötlich färbt und ihre Zugehörigkeit zu den durchschnittenen Spindelfasern offenbart (Fig. 10, a–b).

Ähnliche Bilder gibt auch die Pianesefärbung. Fig. 10 zeigt die Kerne in Metaphase von der Seite: die intranucleäre Spindel tritt scharf hervor, seitlich ist ein Nucleolus (?) sichtbar. Auf einer weiteren Stufe der Teilung wird die Kernmembran immer undeutlicher (Fig. 10d, 9, 8 und 11).

Die beschriebene karyokinetische Teilung in den Oogonien der *Aphanomyces* unterscheidet sich, wie man sieht, nicht wesentlich von der Teilung bei den Peronosporeen und Saprolegnieen.

In bezug auf das Vorhandensein der Centrosomen während der Kernteilung sowohl wie in Ruhestadien ließ sich weniges ermitteln. TROW (04), CLAUSSEN (08) und MÜCKE (08) bezeichnen die stark färbbaren Körner in der Nähe der Kerne als Centrosomen im Gegensatz zu DAVIS (03), der sie mit den Coenozentren der Peronosporeen in Beziehung bringt. Mehrfache Untersuchungen der Mitose bei den Peronosporeen (*Albugo*, *Peronospora*, *Plasmapara*, *Sclerospora*, *Pythium*) haben noch kein Vorhandensein von Centrosomhomologen angezeigt. So erwähnt nur MIYAKE (01) von ihm beim *Pythium* zufällig beobachtete Körnchen an den Polen der Spindel. Meine Fig. 9 zeigt an einem der Spindelpole ein dunkles

strahlendes Körperchen. Solche Erscheinungen beobachtete ich sehr selten (nur 2mal) und möchte daraus zurzeit keine Schlüsse ziehen.

Die an den Polen liegenden Tochterkerne (Fig. 11), welche noch durch die Spindel verbunden bleiben, degenerieren plötzlich, ohne das Ruhestadium zu erreichen. Wie Fig. 8 zeigt, liegen die Chromosomen, die sich an den Polen befinden, sehr zerstreut, und manchmal ist es sehr schwer, die Zugehörigkeit einiger derselben zu dem einen oder anderen Tochterkern festzustellen. Auf den folgenden Stadien der Oogonienentwicklung kann man sehen, daß das ganze Chromatin der Tochterkerne in dem Plasmabelag als Körnchen, gleich dem, den die Fig. 8 darstellt, verteilt ist. Diese Körnchen färben sich leicht und halten dabei die Farben ganz fest, ebenso wie es bei den Chromosomen der sich teilenden Kerne der Fall ist.

In den Oogonien dieses Stadiums findet man immer auf einem der Serienschnitte desselben Oogoniums den einzigen Kern, in welchem das Chromatin (vgl. Fig. 7) gleichmäßig verteilt ist. Die Größe des betreffenden Kernes beträgt etwa die Hälfte der zur Teilung sich vorbereitenden Kerne.

Die Oogonmembran ist farblos, glatt und anfangs sehr dünn. Später wird sie dicker, doch bleibt sie dauernd ziemlich zart und im Gegensatz zu *Saprolegnia* und *Achlya* ohne Tüpfel.

Bildung und Reifung des Eies.

Nach den beschriebenen Kernteilungen findet im Oogonium von *Aphanomyces* die Eibildung statt. An einer vorher nicht bestimmbaren Stelle des Oogoniumplasmabelags zeigt sich eine zuerst kleine, später an Größe bedeutend zunehmende Anschwellung, die in das Oogoninnere hineinwächst, indem das Plasma nach dieser Anschwellung hinwandert. Der übrige Teil des Plasmabelags nimmt an Dicke ab und zerklüftet sich zuweilen in kleine unregelmäßige Stückchen. Bei *Aphanomyces scaber* beschreibt DE BARY (81) eine nachherige Verschiebung sämtlicher Teile des Plasmabelegs: „Insbesondere fällt bei der dicken Anschwellung auf, wie sie längst der Wand hin- und herrückt, so daß sie während einer Beobachtungszeit von 20—30 Minuten bald auf der dem Beschauer zu oder abgekehrten Fläche des Oogoniums, bald in Seitenprofilansicht liegt."

Die wachsende Anschwellung nimmt schließlich eine zentrale oder exzentrische Lage im gesamten Hohlraum des Oogoniums ein, „mit dem Wandplasma in Verbindung stehend durch dicke Fort-

sätze . . . Dieser Zustand dauert mehrere Stunden . . . Mit einem Male aber tritt das gesamte wandständige Protoplasma, als geschlossener Sack, von der Membran zurück nach der Mitte zu, um sich mit der zentralen Masse zu einer Kugel — dem Ei — zu vereinigen (DE BARY l. c.).

Was die obenerwähnte Differenzierung des künftigen Eies in zentraler Plasmamasse anbetrifft, so gibt das Studium von *A. laeris* für die Entwicklung auf den Schnitten, ebenso wie auch an den lebenden Objekten keine befriedigenden Hinweise. Es stellt sich namentlich die Frage heraus, ob diese noch nicht vollständig abgesonderte Plasmaschicht bei *Aphanomyces scaber* nicht vielleicht ein Rudiment des Periplasmas der Peronosporeen sein kann. Soll das letztere zutreffen, würde die Meinung DE BARYs über die Beziehungen zwischen den Saprolegnieen und Peronosporeen an Wahrscheinlichkeit noch gewinnen. Meine Figuren 12, 13, 14 und 15 zeigen verschiedene Entwicklungsstadien des Eies.

Zu Anfang der Bildung des Oogoniums kann man im Protoplasma die obenerwähnten stark sich färbenden einzelnen Körperchen oder Anhäufungen derselben (Fig. 12, 13) bemerken. In der Mitte der Anschwellung (Fig. 12) befindet sich eine auffallende, sich stark färbende Protoplasmaansammlung. Im Zentrum derselben bemerkt man anfänglich eine ziemlich stark lichtbrechende, homogene, kleine Kugel (Fig. 12) die vollkommen mit der von RUHLAND beobachteten (Taf. II, Fig. 4, 04) übereinstimmt. Bei der weiteren Ausbildung des Eies wird das ganze Wandplasma zum Aufbauen des Eies gebraucht, das Ei rundet sich ab und nimmt annähernd Kugelform an. In einem ganz jungen Ei, das noch unscheinbare Hautschicht besitzt, kann man schon weitere Entwicklungsstufen des obenerwähnten in der Anschwellung liegenden Zentralgebildes beobachten.

Im Eizentrum befindet sich die körnige Masse, wovon zahlreiche, perlschnurartige Körnerreihen radienförmig auslaufen. Es gelang mir nicht festzustellen, ob die einzelnen Körner untereinander in Verbindung stehen. Bei der Anwendung eines ZEISSschen (1, 5)-mm-Apochromaten N.-A. 1, 3 schienen diese Körner ganz lose zu sein. Die Zentralansammlung, von der diese Körnerreihen ausgehen, hat in den meisten Fällen eine kugelartige (Fig. 14), zuweilen aber auch ovale Form. Das Eiplasma zwischen den Strahlen in der Nähe der Zentralansammlung bekommt Vakuolen (14, 15) In nächster Nachbarschaft befindet sich auch der einzige, kleine Eikern (Fig. 15, w. n), der noch zurzeit nicht ins Ruhestadium eingetreten ist.

Bei der Betrachtung der unserem Pilze nahe stehenden Formen können wir nicht umhin, die auffallende Ähnlichkeit der im Zentrum der Oosphären einiger Peronosporeen sich befindlichen Gebilde mit dem eben beschriebenen bei *Aphanomyces* hervorzuheben. WAGER (06) hat bei *Cystopus candidus* zuerst auf das Erscheinen einer noch nicht vollkommen differenzierten Oosphäre im Zentrum hingewiesen: „a dense, very deeply stained blue masse of protoplasm", die anfangs scheinbar homogen war, aber „on closer examination is found to be made of a dense masse of granules closely packed together and more or less sharply marked off, from the rest of the protoplasm". Der einzige Kern des Ooplasmas tritt mit dieser Ansammlung in Kontakt, nachdem er an Größe zugenommen hat. Die folgenden Untersuchungen von STEVENS (99, 01, 02, 04), DAVIS (90), WAGER (00) und RUHLAND (04) haben die Entwicklung dieses Gebildes aufgeklärt; STEVENS hat ihm den Namen Coenozentrum gegeben und auf dessen ungleiche Entwicklungsstufen bei den verschiedenen Arten von *Albugo* hingewiesen. Besonders deutlich ist das Coenozentrum bei *A. candida* ausgeprägt, wo es „is very granular. The granules resemble the nucleoli of this species. They appear to enter the coenocentrum from the ooplasm in very early stages, and may be seen in great numbers in the adjacent region." Der in der Nähe des Coenozentrums verbleibende Kern wächst auf Kosten des letzteren, so daß STEVENS das Coenozentrum als Nährorgan des Kernes betrachtet. Nach RUHLANDs Untersuchungen (04) nimmt das Coenozentrum bei *Albugo lepigoni* zunächst kugelförmige Gestalt an. RUHLAND hält die Strahlung, welche das Coenozentrum umgibt, für den sichtbaren Ausdruck, daß sich das Coenozentrum durch allmähliches Aufsaugen des Ooplasmas bildet. Leider ist es dem erwähnten Forscher nicht gelungen, zu entscheiden, ob diese Strahlen aus dem Coenozentrum oder aus dem umgebenden Plasma entstehen.

Bei *Peronospora Alsinearum* (seine Fig. 18 und 19) zeigt das Coenozentrum einen deutlich stärker lichtbrechenden Hof um das Coenozentrum, und häufig von ihm ausgehend eine mehr oder minder scharf ausgeprägte Strahlung. Die Strahlen des Coenozentrums sind nicht homogen, wie es bei der obenerwähnten Gattung der Fall ist, sondern sie sind deutlich körnig. Bei *Sclerospora graminicola* (RUHLAND 04) existiert dagegen kein Coenozentrum mehr, indem dasselbe durch das scheinbar an Fett und Proteingehalt reiche „Zentralplasma" vertreten wird. Endlich fehlt das Coenozentrum bei *Albugo Bliti* (STEVENS) vollständig, ebenso wie bei *Plasmopara densa* (RUHLAND).

Wenden wir uns nun zur Familie der Saprolegnieen, so finden wir bei DAVIS einen Hinweis auf Vorhandensein des Coenozentrums bei *Saprolegnia mixta*. Im Zentrum jeglichen Eies vermag DAVIS (03) eine dichte Plasmaansammlung festzustellen, die von einer feinen Strahlung umgeben war. TROW (04) wies bei *Achlya de Baryana* darauf hin, daß der Kern des Eies „is associated with a well developed centrosome and astrosphere, and an ovocentrum".

Das Ovozentrum bietet ein feinkörniges Plasma im Zentrum der Oosphäre dar und „may be the equivalents of the coenocentra of the Peronosporaceae" (TROW). CLAUSSEN sagt aber in seiner Arbeit über *Saprolegnia monoica* (08), daß „die von DAVIS für Coenozentren gehaltenen, stark färbbaren Körper in der Nähe der Kerne der Eizelle identisch mit den oben erwähnten Zentrosomen sind, die an der Spitze eines vom Kern ausgehenden Schnabels liegen". MÜCKE (08 *Achlya polyandra*) hält diese Gebilde auch für Zentrosomen.

Dagegen zeigt das fragliche Gebilde bei *Aphanomyces* eine so große Ähnlichkeit mit dem Coenozentrum von *Albugo*, daß eben dieser auffallenden Ähnlichkeit wegen die STEVENSsche Bezeichnung nur anzunehmen ist.

Außerdem soll noch erwähnt werden, daß STEVENS (01) auf eine Ähnlichkeit des Coenozentrums mit dem Dotterkern der Tiereier hingewiesen hat. Jedoch da wir über die Entstehung der Dotterkerne bisher nichts Bestimmtes in der zoologischen Literatur finden, kann durch eine solche Analogie die Aufklärung der Entstehung des Coenozentrums bei Pilzen kaum gewinnen.

Die beschriebene Kernteilung bei *Aphanomyces* und die darauffolgende Zerstörung der gebildeten Kerne bewirkt das erwähnte Erscheinen jener Körnchen im Ooplasma, die sich, wie wir sahen, mit den gleichen Farbstoffen wie das Chromatin des Kernes färben lassen.

Solche Körperchen, die Chromidien, sind von RICHARD HERTWIG (02) im Protoplasma von *Actinosphaerium* beschrieben worden und wurden später mehrmals auch bei anderen Protozoa gefunden. Er hält es „für sehr wahrscheinlich, daß die Chromidien von Chromatinpartikelchen abstammen, die aus dem Kern in das Protoplasma ausgetreten sind" (OSKAR HERTWIG 09). Ohne mich in eine ausführlichere Beschreibung dieser Gebilde und ihrer Beziehungen zu den im Plasma der Pflanzenzelle neulich beschriebenen Chondriosomen (LEWITSKY 11) einzulassen, will ich mich nur mit Hinweisung auf die Arbeit von M. POPOFF beschränken, der bei der Ovogenese der *Paludina vivipara* eine nachträgliche Umwandlung

der Chromidien und Zerfall derselben in dotterähnliche Substanzen angibt. Die Bildung des Coenozentrums bei *Aphanomyces* ist, nach dem Gesagten, ja kaum anders vorzustellen, als mit einem wesentlichen Anteil von Chromidien. „Die Art und Weise, wie sich Chromidien im Plasma verteilen und die Form, die sie annehmen, steht in engem Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Plasmas und mit dem in demselben etwa herrschenden Diffusionsstrome" (M. POPOFF 10). Vielleicht eben durch die vom Verfasser gemeinten Vorgänge darf man zum Teil wenigstens Verschiedenartigkeit der Coenozentrumformen und der zentrosomenähnlichen Gebilde bei Peronosporeen und Saprolegnieen erklären. Möglicherweise würde ein speziell daraufhin gerichtetes Studium die genetischen Beziehungen zwischen den überaus mannigfaltigen Gebilden, die man bei den Phycomycetes trifft, aufklären.

Antheridienentwicklung.

Das die Antheridien bei *Aphanomyces laevis* Betreffende finden wir nur in der kleinen Diagnose von DE BARY (60) gegeben: „Bei dieser Spezies wurden die Fortsätze, welche von den Antheridien ins Innere der Oogonien getrieben werden, sehr deutlich gesehen, in denselben oft kleine, lebhaft bewegliche Körnchen (Spermatozoiden?)."

Dies ist noch folgendermaßen zu ergänzen: das aus einer Zoospore entstandene Mycel des *Aphanomyces laevis* bildet zweierlei Sexualorgane: Oogonien und Antheridien. *Aphanomyces* ist also monöcisch.

Die Verteilung der Geschlechter ist derartig, daß die Oogonien auf anderen Schläuchen, als die mit den Antheridien endenden Äste, entstehen.

Schon bei der ersten Anlage der Oogonien tritt ein antheridienbildender Zweig zu einem jungen Oogonium von einem entfernten Faden. Dieser Zweig umwächst meistenteils spiralförmig den Oogonstiel und steigt hinauf, sich an das junge Oogonium anlegend, bevor dasselbe seine endgültige Größe erreicht hat. Wenn der Zweig die Oberfläche des Oogoniums erreicht, teilt er sich in zwei oder drei Äste; und falls in der Nähe noch ein anderes Oogonium sich befindet, so kann man oftmals beobachten, wie einer der Äste sich auf dessen Stiel herüberwirft und ihn bis zur Spitze umwindet. Es ist mir gelungen, sogar fünf von einer Antheridienhyphe umschlungene Oogonien zu beobachten. In solchen Fällen ist es sehr schwer, die gegenseitigen Beziehungen zwischen antheridien- und oogonientragenden Zweigen zu verfolgen.

Die dicken, kurzen Äste, die auf der Oberfläche des Oogoniums liegen, bilden hier und da Auszweigungen oder Aussackungen. Ein Zweig, in der Regel der dickste und längste, scheidet sich vom Myeelfaden durch eine Querwand zum Antheridium ab. Zuweilen bilden sich bei einem und demselben Oogonium zwei Antheridien, wie man es auf Fig. 21 sieht.

Noch bevor die betreffende Scheidewand sowohl in der antheridialen Hyphe selbst als auch in deren dicken Seitenästen entsteht, bemerkt man in den Aussackungen lebhafte Protoplasmaströmungen und darauffolgende Bildung der großen Vakuolen. Zu dieser Zeit kann man auf fixierten und gefärbten Präparaten in den Antheridienanlagen ein nicht sehr dichtes Cytoplasma und eine wechselnde Zahl (4—6) von Kernen sehen. Die Kernstruktur zeigt von der des Oogons keine Verschiedenheit, nur sind die Kerne um etwas kleiner. Fig. 3 zeigt einen Querschnitt der Spitze eines Oogoniums, an welchem sich ein künftiges Antheridium, das Aussackungen bildet, hinrankt; die Aussackungen enthalten je einen Kern. Fig. 2 und 4 zeigen Quer- und Längsschnitte durch die Zweige einer Antheridienhyphe.

Die Kerne machen im Antheridium etwa gleichzeitig mit denen im Oogonium eine Teilung durch, die der der Oogoniumkerne gleicht, doch gibt es auch Fälle, wo die Teilung in den Antheridien voreilt (Fig. 11) bzw. zögert (Fig. 9). Die Kernteilung, soweit meine Beobachtungen reichen, erfolgt nach der Bildung der Querwand, die das Antheridium von seiner Hyphe absondert. Nach der Mitose folgt im Gegensatz zu den anderen Saprolegnien die Zerstörung sämtlicher Kerne bis auf einen einzigen. In dieser Hinsicht gleichen die Antheridien von *Aphanomyces* denjenigen der Peronosporeen.

Die darauffolgende Ausbildung eines einzigen, geraden und sein Wachstum ein für allemal sistierenden Befruchtungsschlauches läßt nur diese Ähnlichkeit noch schärfer hervortreten. Das erwachsene, einkernige Antheridium scheint mit seinen Aussackungen an die Oogonoberfläche stark angepreßt zu sein, so daß dieselben an den entsprechenden Stellen Vertiefungen bilden (Fig. 16, 17).

Befruchtung und Oosporenreifung.

Sobald sich die Eikugel geglättet hat, entsteht eine zartwandige Ausstülpung — zukünftiger Befruchtungsschlauch — an der Peripherie einer der Aussackungen des Antheridiums. Dieser zarte, schmale und höchst elastische Befruchtungsschlauch, fortwährend wachsend, durchbohrt die Oogonmembran und erreicht

mit seinem Ende die Eioberfläche. Das zur Befruchtung vorbereitete Ei sendet dem Schlauche einen kurzen Auswuchs entgegen (Fig. 16), welcher der schwach entwickelten „Receptivpapille" der Peronosporeen (WAGER) ähnlich sieht.

Der Befruchtungsschlauch dringt dann mit seiner Spitze durch diese Papille in das Eiplasma ein, öffnet sich und entläßt den einzigen Antheridienkern mit samt der dichten, feinkörnigen Plasmamasse (Fig. 16). Im Moment der Ergießung erweitert sich der Schlauch bedeutend, sein Diameter wird dabei zwei- oder dreimal weiter, um alsdann wieder bedeutend abzunehmen. Darauf zieht der Schlauch sein Ende aus dem Ei zurück, und das letztere umkleidet sich mit einer sehr feinen bald aber schnell an Dicke zunehmenden Membran. Auf Fig. 21 sieht man das Zusammenfallen der Befruchtungsschlauchwände. Man bemerkt hier auch, das der Schlauch des anderen (oben) Antheridiums nicht ins Ei hineingedrungen ist: der Kern dieses Schlauches wurde zwischen den zusammengefallenen Schlauchwänden eingeklemmt.

Da der Diameter des den Schlauch passierenden Kernes immer größer als das Lumen des Schlauches erscheint, so ist anzunehmen, daß das Passieren des Kernes infolge einem Drucke geschieht, den der Antheridiuminhalt auf den Kern ausübt.

Die Antheridiumprotoplasmareste enthalten hier und da Zerfallprodukte von den Kernen und kleiden die Antheridiumwände mit einer dünnen Schicht aus. Auf dem lebenden Material bemerkt man in den Schläuchen alter Antheridien die BROWNEsche Bewegung kleiner Körnerchen (Spermatozoiden? DE BARY 60), welche von der ferneren Zerstörung des Antheridieninhaltes Kunde gibt.

Unterdessen nimmt der männliche sich dem Coenozentrum nähernde Kern an Größe allmählich zu. Auf Fig. 17 sieht man, daß die Größendifferenz zwischen den Sexualkernen immer kleiner wird und zum Anfang der Kernverschmelzung verschwindet. Das Coenozentrum nimmt sichtbar an Größe ab: die Zahl der Strahlen und ihre Länge wird kleiner, und um die verschmelzenden Kerne bildet sich ein dichtes Plasma (Fig. 18, 19). Hier und da kann man noch Körnchen sehen (Fig. 19), doch ihre Anordnung zeigt die vorige Regelmäßigkeit nicht mehr, und die Größe der einzelnen Körnchen wird immer unbedeutender. Während des Kernverschmelzungsprozesses verschwindet die Strahlung des Coenozentrums, und das letztere verliert allmählich seine festen Umrisse.

Im Plasma der jungen Oospore bemerkt man eine große An-

zahl von Körnchen, die sich namentlich mit Safranin gut färben. Bei der Weiterentwicklung wird die Zahl der Körnchen geringer, doch nimmt die Größe der einzelnen Körnchen bedeutend zu (Fig. 21, 22, 23, 24). Jetzt sieht man deutlich, daß diese Körnchen eine eigene Membran besitzen. Wegen ihrer Fähigkeit, nach Behandlung mit Osmiumsäure schwarz zu werden, wie auch aus ihrem Verhalten gegen andere Reagentien läßt sich feststellen, daß sie ihrem Wesen nach Fettkörper sind. Während der fortschreitenden Oosporenreifung wachsen diese Kugeln heran, indem ihre Zahl abnimmt (Fig. 21, 22). In Fig. 23 ist ein mit Safranin-Thionin gefärbtes Präparat dargestellt: die glatte Membran zeigt hier eine äußerst feine Schichtung, welche namentlich bei seitlicher Beleuchtung bemerkbar ist. Im dichten, keine Vakuolen mehr enthaltenden Plasma sieht man drei kleine und eine große Fettkugel und den mit Thionin gefärbten Oosporenkern, dessen Nucleolus nicht zu sehen ist.

In einer vollkommen reifen Oospore (Fig. 24) sieht man eine Fettkugel; infolge der Wirkung von Alkohol und Xylol ist sie etwas kleiner geworden und hat sich beiderseits von der Vakuolenmembran losgelöst. Dank dieses Umstandes sieht man, daß die Fettkugel ihre eigene Membran und wahrscheinlich auch Stroma besitzt. In solchem Zustande tritt die reife Oospore von *Aphanomyces laevis* ins Ruhestadium über, in dem sie einen Kern und Nährstoffe in Form einer meist im Zentrum liegenden Fettkugel besitzt. Bald verschwinden die Reste des Befruchtungsschlauches im Oogonraum vollständig.

Die beschriebenen Erscheinungen bei der Befruchtung und zwar die Ergießung des Antheridiuminhalts durch den Befruchtungsschlauch mit der nachfolgenden Verschmelzung der Sexualkerne, veranlassen mich, *Aphanomyces laevis* solchen Vertretern der Saprolegnieengattung anzureihen, welche die Sexualfortpflanzung noch nicht verloren haben. Eine ganze Reihe der Formen von Saprolegnieen zeigt eine Rückbildung der Sexualfortpflanzung. Sowohl in der Gattung *Saprolegnia*, wie auch in der Gattung *Achlya* kommt diese Rückbildung der Sexualfortpflanzung dadurch zum Ausdruck, „daß die Befruchtungsschläuche geschlossen bleiben und kein Substanzübertritt mehr erfolgt. Das Ende dieser Rückbildungsreihe würden dann die apandrischen Formen bilden." (FISCHER S. 320.)

Oosporenkeimung.

Die bei *Aphanomyces laevis* bis jetzt noch unbekannte Oosporenkeimung (FISCHER 92, S. 357) tritt nach einem verhältnismäßig

langen Ruhestadium ein. Die Oosporen, welche den Kulturen vom 24. April 1909 entnommen waren, fingen gegen den 20. November an zu keimen. Die Oosporen keimen direkt mit Mycel, wobei der Keimschlauch die in einer Stelle dünner gewordene Oosporenmembran auseinanderschiebt und die Oogonmembran durchbricht. Der ins Wasser gelangte Keimschlauch mißt 8—9 μ im Durchmesser und beginnt in einer Entfernung von ca. 300 μ sich zu verzweigen. Die Dicke der Zweige beträgt schon am Anfang 5—7 μ.

Die zytologischen Angaben in betreff der Oosporenkeimung und Entwicklung der ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane sollen den Inhalt einer späteren Mitteilung bilden.

Zusammenfassung.

Aphanomyces laevis ist monöcisch, sein sich aus einer Zoospore entwickelndes Mycel bildet Antheridien und Oogonien.

Die Oogonien in jungem Zustande sind mit Plasma erfüllt und enthalten eine große Zahl von Kernen. Der Innenhohlraum, welcher im Zentrum des Oogoniums liegt und allmählich größer wird, drängt den ganzen Oogoniuminhalt gegen dessen Wände.

Die nach der Kerndegeneration gebliebenen, sich an der Peripherie befindenden Kerne erfahren gleichzeitig nur eine mitotische Teilung. Die Tochterkerne degenerieren mit Ausnahme eines einzigen, der zum Eikern wird.

Das einzige Ei wird dadurch gebildet, daß eine Protoplasmaanschwellung allmählich in den Innenraum vorspringt, und in ihrem Zentrum sich das Coenozentrum bildet. Das letztere kann man mit dem Coenozentrum der Peronosporeen vergleichen; es entsteht wahrscheinlich durch das Zusammenziehen der Chromidien zum Zentrum des Eies. Die Funktion des Coenozentrums ist die, als Nährzentrum zu dienen. Das Coenozentrum besteht aus einer Zentralansammlung und langen aus einzelnen Körnern gebildeten Strahlen. Der Eikern liegt in der Nähe des Coenozentrums und nimmt an Größe zu.

Die Antheridien sind vielkernig (4—6). Ihre Kerne erfahren Mitose und degenerieren alle bis auf einen.

Der einzelne Antheridienkern dringt mitsamt dem Plasma durch den elastischen Befruchtungsschlauch ins Ooplasma und verschmilzt, größer werdend, mit dem weiblichen Kern.

Bei der Oosporenreifung sind die Körner, aus denen wahrscheinlich die Fettkugelzentra entstehen, im Plasma verteilt.

Die reife Oospore ist einkernig und enthält als Nährmaterial eine Fettkugel, welche mit einer eigenen Membran, wahrscheinlich auch mit Stroma, versehen ist.

Die Oospore wächst nach 6 Ruhemonaten in einen Keimschlauch aus, welcher sich bald verzweigt.

Am Ende vorliegender Arbeit möchte ich meinem Lehrer, dem Herrn Prof. Dr. S. NAWASCHIN, dessen Ratschläge und immer bereitwilliges Entgegenkommen die Ausführung meiner Arbeit gefördert haben, meinen innigsten Dank aussprechen.

Literatur.

BARY DE, A. (60). Einige neue Saprolegnieen. Jahrb. wiss. Bot. II: 169.

BARY A., DE, u. WORONIN, M. (81). Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Frankfurt a. M.

CLAUSSEN, P. (08). Über Eientwicklung und Befruchtung von *Saprolegnia monoica*. Festschr. d. D. Bot. Ges. 26: 144.

DAVIS, B. M. (00). The fertilisation of *Albugo candida*. Bot. Gazette 29: 297.

DAVIS, B. M. (03). Oogenesis in *Saprolegnia*. Bot. Gazette 35: 233; 320.

DAVIS, B. M. (05). Fertilisation in the Saprolegniales. Bot. Gazette 39: 61.

FAWORSKI, W. (06). Nouvelle recherche sur le dévelopement et la cytologie du *Plasmodiophora Brassicae* Woron. Mémoires d. la Soc. de Natur. de Kieff. T. XX: 149.

FISCHER, A. (92). RABENHORSTs Kryptogamen-Flora I. B. IV. Abt.: 357.

HARTOG, (96). The cytology of *Saprolegnia* Ann. of Bot. 10: 98.

HARTOG, (99). The alleged fertilization in the *Saprolegniaceae*, Ann. of Bot. 13: 447.

HERTWIG, O., (09). Allgemeine Biologie. Jena.

KLEBS, G. (99). Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. II. *Saprolegnia mixta* D. B. Jahrb. wiss. Bot. 33: 513.

LEWITSKY, G. (10). Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. d. d. bot. Ges. 28: 538.

MIYAKE, K. (01). The fertilisation of *Pythium de Baryanum*. Ann. of. Bot 15: 653.

MODILEWSKI, J. (09). Zur Embryobildung von *Euphorbia procera*. Ber. d. d b Ges. 27: 21.

MOTTIER, D. (04). Fecundation in Plants, Washington.

NAWASCHIN, S. (99). Beobachtungen über den feineren Bau und Umwandlungen von *Plasmodiophora Brassicae* Woron. Flora LXXXVI: 404.

POPOFF, M. (10). Ein Beitrag zur Chromidialfrage. Sep. aus Festschr. R. HERTWIGS Bd. I.

Ruhland, W. (04). Die Befruchtung von *Albugo Lepigoni* und einigen Peronosporeen. Jahrb. wiss. Bot. 39: 135.
Schröter, S. (89). Die Pilze Schlesiens. Her. von F. Cohn. Breslau 3,1: 175.
Stevens, F. L. (01). Gametogenesis and Fertilisation in *Albugo*. Bot. Gazette 32: 77, 157, 238.
Stevens, F. L. (02). Studies in the fertilisation of Phycomycetes. Bot. Gazette 34: 420.
Stevens, F. L. (04). Oogenesis and fertilisation in *Albugo Ipomeae-Panduranae*. Bot. Gazette 38: 300.
Trow A. H. (95). The Karyology of *Saprolegnia*. Ann. of Bot. 9: 609.
Trow, A. H (99). Observation on the biology and cytology of a new variety of *Achlya Americana*. Ann. of. Bot. 13: 131
Trow, A. H. (01). Observations on the biology and cytology of *Pythium ultimum*. Ann. of Bot. 15: 269.
Trow, A. H. (04). On fertilisation in the *Saprolegniaceae*. Ann. of Bot. 18: 541.
Trow, A. H. (05). Fertilisation in the Saprolegniales. Bot. Gazette. 39: 300.
Wager, H. (89). Observation on the structure of the nuclei of *Peronospora parasitica*. Ann. of Bot. 4: 127.
Wager, H. (96). On the structure and reproduction of *Cystopus candidus* Lév. Ann. of Bot. 10: 295.
Wager, H. (00). On the fertilisation of *Peronospora parasitica*. Ann. of Botany 14: 263.

Erklärung der Tafel X.

Die Konturen sämtlicher Figuren sind mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates gemacht und Einzelheiten dann mit freier Hand eingezeichnet.

Fig. 1. 2 Oogonien mit umschlingenden Antheridienzweig. Nach lebendem Objekt. 700mal.

Fig. 2. Junges Oogonium ist noch ganz mit Plasma erfüllt. a durchgeschnittene Antheridialschläuche. Pianese. 1500mal.

Fig. 3. Oberflächlicher Schnitt des Oogoniums mit dem auf seiner Fläche kriechenden jungen Antheridium. Safr.-Thion-Bleu. 1500mal.

Fig. 4. Oogonium, in dem die Bildung des Innenraums eingetreten ist Safr.-Thion.-Bleu. 1500mal.

Fig. 5. Ein Teil des Oogoniums mit dem sich nähernden Antheridialzweig. dn Kerne im Degenerationszustande. Pianese. 1500mal.

Fig. 6. Oogonium, in welchem der Innenraum fast seine maximale Größe erreicht hat. Im Plasmabelag kann man neben normalen (n) die Reste degenerierender Kerne (dn) sehen. Pianese-Orang. 2000mal.

Fig. 7. Ähnlich der Fig. 6, aber die Kerne in Vorbereitung zur Mitose. Das Chromatin ist gleichmäßig verteilt.

Fig. 8. Oberflächlicher Schnitt. Innenraum wird sichtbar. Die Kerne in Telophase. Die Chromosomen an den Polen liegen sehr zerstreut Eisen-Hämatoxylin-Congo. 1500mal.

Fig. 9. Kernteilungen des Antheridiums und Oogoniums. An einem der Spindelpole ein dunkles ausstrahlendes Körperchen. Pianese. 1500mal.

Fig. 10. a, b, c — Äquatorialplatte, d Anaphase. Eis.-Hämatox.-Congo. 2400mal.

Fig. 11. Der oberflächliche Schnitt des Oogoniums. Telophase. Pianese. 1500mal.

Fig. 12. Eianlage mit jungem Cönozentrum (c), Eikern (en) und Reste von degenerierenden Kernen (chr). Safr.-Thion 1500mal.

Fig. 13. Im Antheridium (a) ein Kern (m n). Oogoniumplasma sammelt sich zu einer Kugel.

Fig. 14 Ei mit Coenozentrum und Vakuolen. Eisen-Hämat.-Congo. 1500mal

Fig. 15. Coenozentrum ganz gebildet. Befruchtungsfähiges Ei mit Kern. Pianese. 1500mal.

Fig. 16. Tangential-Schnitt befindet sich höher als die Hauptansammlung des Cönozentrums. Der männliche Kern (m) tritt gerade aus dem geöffneten Befruchtungsschlauche in das Ooplasma über. Pianese. 1500mal.

Fig. 17. Oogonium mit befruchtetem Ei, welches die Sexualkerne zeigt. Eisen-Hämat.-Congo. 1500mal.

Fig. 18. Verschmelzende Kerne sind mit den Cönozentrumresten umgeben. Pianese. 1500mal.

Fig. 19, 20. Folgende Stadien der Verschmelzung der männlichen und weiblichen Kerne. Im Protoplasma der Oospore sind die färbungsfähigen Körnchen zerstreut. Pianese. 1500mal.

Fig. 21. Zwei Antheridien: a^1 sein Inhalt ist schon ausgetreten, a^2 sein Befruchtungsschlauch bleibt geschlossen und enthält den männlichen Kern. Die Oosporenwand ist bedeutend verdickt. Es entstehen die Fettkugeln. Eisen-Hämatox. 1500mal.

Fig. 22, 23. Oosporenreifung. Safr.-Thion. 1500mal.

Fig. 24. Reife Oospore in das Ruhestadium übertretend. Fettkugel ist von der Vakuolenmembran gelöst. Safr.-Thion. 1500mal.

Kiew, Laboratorium des Botanischen Gartens der Kais. Universität St. Wladimiri, 25. Februar 1911.

Sitzung vom 26. Mai 1911.

Vorsitzender: Herr I. URBAN.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem am 7. März d. J. erfolgten Ableben unseres ordentlichen Mitgliedes, Herrn Rentner

F. Heydrich

in Wiesbaden. — Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Skene, Macgregor, B. Sc. aus Aberdeen, zurzeit botan. Institut in **Straßburg i. E.** (durch L. JOST und E. HANNIG),

Bogen, Alfred, Lehrer in **Berlin O**, Eldenaer Straße 20 (durch W. MAGNUS und W. WÄCHTER).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Hagem, Oscar, in **Bergen** (Norwegen),

Langer, Professor in **Posen**.

Gemäß § 16 d der Geschäftsordnung machen wir den Mitgliedern bekannt, daß der Generalversammlung in Danzig folgende Anträge unterbreitet werden sollen:

1. Antrag des Vorstandes: Die Generalversammlung wolle beschließen, für die DOHRN-Stiftung in Neapel 300 M. zu bewilligen mit der ausdrücklichen Bestimmung, daß diese Spende der Deutschen Botanischen Gesellschaft für die Instandhaltung des Schiffsparkes verwendet wird.
2. Antrag CONWENTZ-ENGLER: Wahl einiger korrespondierender Mitglieder.
3. Antrag APPEL und Genossen folgenden Inhalts:

   Wie schon früher wiederholt, so ist auch bei Gelegenheit des Denkmals für GREGOR MENDEL in Brünn

von verschiedenen Seiten angeregt worden, auch den beiden zu ihren Lebzeiten nicht genügend gewürdigten Botanikern JOSEF GOTTLIEB KOELREUTER, geboren 1733 zu Sulz am Neckar, gestorben 1806 zu Karlsruhe in Baden, und CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL, geboren in Brandenburg an der Havel 1780, gestorben in Berlin 1816, in entsprechender Weise zu ehren.

Die wissenschaftlichen Verdienste beider Männer sind heute allgemein bekannt.

Bei der derzeitigen günstigen Finanzlage der Deutschen Botanischen Gesellschaft würde es möglich sein, beiden Männern an den Orten ihrer Tätigkeit ein bleibendes Erinnerungszeichen auf Kosten der Gesellschaft zu widmen. Für SPRENGEL ist, da ein Bildnis SPRENGELs nicht vorhanden ist, ein Denkstein mit entsprechender Inschrift in der biologischen Anlage des Königl. Botanischen Gartens in Dahlem in Aussicht genommen. Für KOELREUTER ist die Errichtung eines Gedenksteines mit Bronzebildnis an geeigneter Stelle in Karlsruhe geplant.

Die Unterzeichneten halten die vorgeschlagene Ehrung der beiden hervorragenden Botaniker für eine der Deutschen Botanischen Gesellschaft würdige Aufgabe und legen der in Danzig stattfindenden Generalversammlung der Gesellschaft den Antrag auf Bewilligung der notwendigen Mittel vor.

Findet der Antrag die Genehmigung der Generalversammlung, so wird ein in Danzig zu bildender Ausschuß die weiteren vorbereitenden Arbeiten übernehmen.

APPEL. BAUR. BECK VON MANNAGETTA UND LERCHENAU. BEHRENS. CHODAT. CONWENTZ. CORRENS. DRUDE. ENGLER. V. GOEBEL. HABERLANDT. JOHANNSEN. JOST. V. KIRCHNER. KLEBS. LUDW. KLEIN. KNY. G. KRAUS. V. LAGERHEIM. P. MAGNUS. MOLISCH NILSSON. OLTMANNS. PAX. PETER. PFEFFER. POTONIÉ. RADLKOFER. REINHARDT. REINKE. ROTHERT. SCHENCK. SCHRÖTER. SCHWENDENER. SOLEREDER. STRASBURGER. TSCHERMAK V. SEYSENEGG. V. TUBEUF. URBAN. V. VÖCHTING. WETTSTEIN V. WESTERHEIM. V. WIESNER. WITTMACK. WORTMANN.

Mitteilungen.

30. E. Jahn: Myxomycetenstudien.

8. Der Sexualakt.

(Mit Tafel XI.)

(Eingegangen am 26. Mai 1911[1]).)

In einer früheren Mitteilung (Nr. 5) hatte ich über den Entwicklungsgang der Myxomyceten die Angabe gemacht, daß die von STRASBURGER 1884 beobachtete Karyokinese vor der Sporenbildung eine Reduktionsteilung sei, und in einer weiteren Veröffentlichung (Nr. 6) hatte ich meine früheren Angaben über *Ceratiomyxa* dahin berichtigt, daß auch bei dieser in der Sporenbildung abweichenden Gattung an genau derselben Stelle, wie bei den übrigen Myxomyceten eine Reduktionsteilung stattfinde. Nur seien die Sporen dieser Gattung im Gegensatz zu denen der übrigen Formen vierkernig.

Wenn eine Reduktionsteilung zu beobachten ist, muß auch irgendwo ein Sexualakt vorhanden sein: Ich habe darauf hingewiesen, daß in jungen Sporangien, die eben aus dem Plasmodium entstehen, eine Karyogamie vorkomme, auf die schon lange vor mir ARTHUR LISTER (Nr. 9) und PROWAZEK (Nr. 11) aufmerksam gemacht hatten. Ich glaubte zwei Gründe anführen zu können, die für die Richtigkeit gerade dieser Deutung sprachen, nämlich erstens den Zusammenfall der Kernverschmelzung mit dem Beginn der Sporangienbildung bei fast allen beobachteten Arten, also mit dem Eintritt der fruktifikativen Periode des Plasmodiums, und zweitens das Erscheinen degenerierender Kerne zu eben diesem Zeitpunkt. Zum Teil verfielen diese meiner Annahme nach deshalb der Degeneration, weil sie bei der allgemeinen Karyogamie keinen Partner gefunden hatten, zum Teil wohl auch, weil sie bei den komplizierten Umsetzungen, die den Anfang der Membran- und Elaterenbildung für den Aufbau der Fruchtkörper bezeichnen, nicht mit dem Sporenplasma in Zusammenhang geblieben waren. Deshalb liegen auch sie oft paarweis beieinander.

Nach dieser Deutung würde der Entwicklungsgang der

1) Über die Arbeit wurde bereits in der Märzsitzung referiert.

Myxomyceten so verlaufen, daß aus den Sporen haploide Schwärmer entstehen und diese sich nach einigen Teilungen in Amöben verwandeln. Die Plasmodien, die durch Zusammenfließen aus mehreren Amöben entstehen, behalten während ihrer ganzen vegetativen Zeit die haploiden Kerne bei. Erst die fruktifikative Periode wird durch einen Sexualakt eingeleitet. Die haploiden Kerne, die sich während der vorhergehenden Zeit des Wachstums des Plasmodiums oft geteilt haben müssen, vereinigen sich paarweis. Kurz vor der Sporenbildung nach vollendetem Aufbau des Fruchtkörpers werden durch eine Reduktionsteilung die Kerne wieder haploid und gehen in dieser Form in die Sporen; bei *Ceratiomyxa* teilen sie sich in den unreifen Sporen noch zweimal.

Die Untersuchung der Gattung *Ceratiomyxa* brachte zwar aus der Zählung der Chromosomen den Beweis, daß die Kernteilung vor der Sporenbildung genau derjenigen der übrigen Arten entspricht und auch eine Reduktionsteilung ist, dagegen erhielt ich über die Karyogamie keine recht befriedigenden Präparate. „Nur in den untern schon stark vom Schleim durchsetzten Schichten liegen die Kerne, offenbar vom andern Plasma abgeschnitten, zu Paaren beieinander." (Nr. 6, S. 348). Ich nahm an, die Kopulation ginge zu Beginn der Fruktifikation vor sich, also zu einer Zeit, da das Plasmodium noch im Innern des faulen Holzes, in dem es lebt, verborgen ist. Die Kernpaare, die ich sah, hätten sich verspätet und in solchem Plasma erhalten, das von der Entwicklung abgeschnitten war.

Meine nächste Aufgabe war es, für diese Ansicht die Beweise zu erbringen. Bei *Ceratiomyxa* war die weitere Untersuchung aussichtslos. Die Kultur ist sehr schwer, das vegetative Plasmodium lichtscheu, also war kaum eine Möglichkeit, gerade die ersten Stadien des fruktifizierenden Plasmodiums zu fixieren.

Es kam darauf an, eine Art zu finden, die ich jederzeit experimentell zur Sporangienbildung veranlassen konnte. Von allen bekannten Formen kam besonders eine in Frage, über deren Kultur ARTHUR LISTER (Nr. 8) früher berichtet hat, *Badhamia utricularis*. Hier lebt das Plasmodium auf Pilzen im Herbst. LISTER hat gezeigt, daß es sich mit abgekochten Fruchtkörpern von *Stereum* und *Polyporus* leicht ernähren läßt. Ich hatte schon früher durch die Freundlichkeit LISTERs Sklerotien bekommen, später auch bei Berlin welche gesammelt und mich von der Richtigkeit der Beobachtungen überzeugen können. Ich zog mir nun neue große Plasmodien heran.

Die genannte Art ist ein ausgezeichneter Laboratoriumsorganismus. Von den sonst zur Kultur empfohlenen Didymien unterscheidet sich das Plasmodium durch ein ungewöhnliches vegetatives Wachstumsvermögen und vor allem durch die genau bekannte, leicht zu beschaffende Nahrung; von fast allen andern Plasmodien durch die Unempfindlichkeit gegen Licht; denn infolge seiner Lebensweise auf den oberflächlich wachsenden Fruchtkörpern mancher Hymenomyceten hat es die auch bei den andern Arten derselben Gattung verbreitete Anpassung, in das Innere des Substrates einzudringen und dem Tageslicht auszuweichen, verloren. An feuchten Herbsttagen findet man es nicht selten an alten pilzbedeckten Ästen umherkriechend. Der Gefahr der Austrocknung, die sich bei plötzlich eintretendem trockenem Wetter einstellt, begegnet es durch eine sehr entwickelte Fähigkeit zur Sklerotienbildung.

Mein Ziel war, die Plasmodien nach meinem Belieben zur Sporangienbildung zu veranlassen. Es zeigte sich, daß die Abhängigkeit der Sklerotien- und Sporangienbildung von Temperatur und Feuchtigkeit eine ähnliche ist, wie es KLEBS (Nr. 7) und später CELAKOVSKY (Nr. 1) für die Sporangien- und Zygotenbildung von *Sporodinia* gefunden haben. Oberhalb einer bestimmten Temperatur, die etwa bei 18 ° liegt — genaue Messungen habe ich nicht anstellen können —, sind die Plasmodien überhaupt nicht mehr zur Sporangienbildung zu bringen. Sie gehen in Sklerotien über oder werden, falls sie zu feucht gehalten werden, eine Beute der Bakterien. Wenn ich dagegen die vorher gut gefütterten und möglichst rein gehaltenen Plasmodien an das Fenster eines ungeheizten Raumes brachte, wo etwa eine Temperatur von 8 ° C herrschte, so gingen sie nach Verlauf einer bestimmten Zeit zur Fruchtbildung über. Zwar gelingt diese Umstimmung nicht mit der Sicherheit eines physikalischen Experiments. Denn wenn man ein und dasselbe Plasmodium in drei möglichst gleiche Stücke schneidet und sie unter möglichst gleichen Bedingungen in den kalten Raum bringt, so tritt die Sporangienbildung bei ihnen nicht zur selben Zeit ein; ja wenn man die Stücke zu klein wählt, können Verspätungen bis zu 24 Stunden eintreten. Aber für meine Zwecke ließ sich leicht ein durchschnittlicher Wert ermitteln, nach dem die Fruktifikation begann und das Plasmodium durch eine eigentümliche Höckerbildung zeigte, daß es sich zur Sporangienbildung anschickte. So war es nicht schwer für mich, Serien von fixierten Plasmodienteilchen zu erhalten, die einem lebenden Plasmodium von 10 zu 10 Minuten entnommen waren und sich vom vegetativen

Zustand des Plasmodiums bis zu den ersten Anlagen der Sporangien erstreckten.

Die erste verhältnismäßig späte Stadien enthaltende Serie, die ich so gewann, entsprach durchaus meinen Hoffnungen. Im Plasma der Sporangienanlagen fanden sich wiederum stellenweis kopulierende Kerne. Dann aber bekam ich zusammenhängende Reihen, die bis auf den vegetativen Zustand zurückgingen, und das Ergebnis war, daß keine Spur einer allgemeinen Karyogamie zu finden war; die vegetativen Kerne glichen ganz denen in jungen Sporangien. Ja, was mir schon bei *Ceratiomyxa* aufgefallen war, die kopulierenden Kerne lagen niemals im normalen, sondern immer im degenierenden Plasma, und der Verdacht bestand, daß die Kopulation nur eine Folge der Degeneration sei. Jedenfalls war meine Deutung sehr zweifelhaft geworden.

Ob sie richtig oder falsch war, dafür gab es noch ein zweites Kennzeichen, die vegetative Kernteilung in den Plasmodien. War sie richtig, dann mußten die Kerne des Plasmodiums die einfache Chromosomenzahl haben, im anderen Falle die doppelte.

Über vegetative Kernteilungen in Plasmodien liegt bisher nur eine einzige Mitteilung von A. LISTER vom Jahre 1893 vor (Nr. 9). Noch im Jahre 1892 hatte ROSEN geäußert, derartige Teilungen in Plasmodien kämen wohl kaum vor, und im allgemeinen entspräche wohl die Zahl der Kerne in einem Plasmodium der Zahl der Amöben, die einst zusammengetreten waren (Nr. 12).

LISTER hatte seit dem Jahre 1887 dauernd ein Plasmodium von *Badhamia utricularis* in Kultur. Er ließ es zu Sklerotien eintrocknen und konnte es jederzeit nach Belieben wieder beleben und aus kleinen Stücken heranwachsen lassen. Es war unmöglich, daß die Zahl der Kerne bei diesem Wachstum dieselbe blieb; trotzdem konnte er bei wiederholter Prüfung keine Spuren von Kernteilungen finden. Das einzige, was er wahrnehmen konnte, waren Zeichen einer direkten Teilung. Die Kerne in fressenden Plasmodien sind von sehr wechselnder Größe, von 5 μ bis 2,5 μ. In dünnen, auf dem Objektträger fixierten Plasmodien konnte er nun sehen, daß die Kerne zu zweien beieinander lagen oder so verschmolzen waren, als ob sie eben aus einer Teilung hervorgegangen wären.

In einem nachträglichen Zusatz zu der Abhandlung, in der er über diese Funde berichtete, gab LISTER aber an, daß sein Sohn, der Zoologe J. J. LISTER, bei einer erneuten Untersuchung des Plasmodiums von *Badhamia utricularis* Kerne gefunden habe, die

sich karyokinetisch teilen. Er ließ deshalb am Schluß seiner Mitteilung die Frage offen, welches die eigentliche Vermehrungsweise der Kerne sei, und sagte, es seien weitere Nachforschungen über die mitotische und amitotische Teilung der Kerne in den Plasmodien nötig.

Ich hatte schon in früheren Jahren die vegetativen Plasmodien von *Badhamia* gelegentlich auf die Kerne untersucht, in der Weise, daß ich hin und wieder eine Probe davon entnahm und färbte. Von Kernteilungen, direkten oder indirekten, hatte ich nichts gesehen. Erst bei einer systematischen Beobachtung eines Plasmodiums während einer längeren Zeit hatte ich Erfolg. Im Jahre 1907 entnahm ich einem wachsenden Plasmodium von früh $10^1/_2$ Uhr bis nachmittags etwa 6 Uhr in Zwischenräumen von ungefähr je einer halben Stunde Teilchen und färbte sie. Die Probe, die um $12^1/_2$ Uhr entnommen war, zeigte die Kerne in mitotischer Teilung. Leider war das Material sehr spärlich und das Teilungsstadium so ungünstig, daß ich keine Gewißheit über die Zahl der Chromosomen erhalten konnte.

Inzwischen hatte ich im Verlauf der Untersuchung über die cytologischen Vorgänge bei der Sporangienbildung auch die Reduktionsteilung bei derselben Spezies gesehen und hier 8 Chromosomen in den haploiden Kernen gezählt. Dieselbe Zahl habe ich auch früher bei *Badhamia panicea* gefunden.

Zu Beginn des Jahres 1910 zog ich mir deshalb aufs neue große Plasmodien von *Badhamia utricularis* heran und benutzte einen Sonntag dazu, um einmal von früh 9 Uhr bis abends gegen 8 Uhr in Zwischenräumen von je 15 Minuten kleine Portionen des Plasmodiums zu fixieren. Bei der Untersuchung zeigte es sich, daß während dieser Zeit von 11 Stunden die Kerne des Plasmodiums sich einmal, und zwar auch des Mittags gegen 1 Uhr, karyokinetisch geteilt hatten. Diesmal waren die Chromosomen zählbar; es ist die doppelte Zahl.

Damit war meine frühere Auffassung endgültig widerlegt.

Es ist merkwürdig, daß ich bei der Durchmusterung dieser vielen Plasmodienpräparate niemals etwas von der direkten Kernteilung gesehen habe, die LISTER beschrieben hat. Was mir immer auffiel, war nur die verschiedene Größe der Kerne, die LISTER ebenfalls angibt, und gelegentliche Vereinigungen der Kerne zu Paaren.

Ich glaube, LISTERs Beobachtungen sind ganz richtig, er hat sie aber falsch gedeutet. Seine Figuren der direkten Kernteilung in der erwähnten Abhandlung vom Jahre 1893 können ebensogut

oder vielleicht noch besser als Fusionen gedeutet werden. Solche Anlagerungen der Kerne können leicht stattfinden, wenn das Plasmodium sich unter irgendwie ungünstigen äußeren Bedingungen befindet. Nach einer Auskunft, die mir Frl. G. LISTER freundlichst erteilt hat, sind die Präparate ihres Vaters damals so gewonnen worden, daß er Plasmodien in möglichst dünner Schicht auf Objektträger kriechen ließ und dann fixierte. Dabei können leicht Teile des Plasmodiums zu trocken werden oder vom übrigen Plasma abgeschnitten werden.

Ich neige um so eher zu dieser Auffassung, als die von mir früher als Sexualakt betrachtete Kernfusion zu Beginn der fruktifikativen Periode offenbar ebenfalls eine Folge der Kerndegeneration ist. In den Serien von *Badhamia utricularis*, die ich zur Beobachtung des vermeintlichen Sexualakts fixierte, war zu beobachten, daß mit dem Beginn der Peridien- und Capillitienbildungen, die für den Aufbau der Sporangien nötig sind, auch degenerierende Kerne auftreten und sich gleichzeitig im degenerierenden Plasma auch Kernkopulationen finden. Es handelt sich nicht nur um Plasma, das bei den Einfaltungsvorgängen während der Stielbildung vom übrigen abgeschnitten wird, sondern auch um solche Bezirke, die mit dem übrigen ganz zusammenhängen, aber während der Membranbildung wohl so für vegetative Zwecke in Anspruch genommen wurden, daß die Kerne nicht mehr brauchbar sind.

Daß gerade zur Degeneration neigende Kerne fusionieren, dafür sind in der letzten Zeit eine große Zahl von Beispielen bekannt geworden. STRASBURGER hat schon 1880 auf Kernverschmelzungen im Endosperm von *Corydalis cava* aufmerksam gemacht; ähnlich hat HANS WINKLER (Nr. 13) beobachtet, daß in den Tapetenzellen der Antheren Kernfusionen vorkommen.

Meiner Ansicht nach handelt es sich überall um denselben Vorgang. Wie hier bei den Myxomyceten in die Sporangienanlagen gelangen dort in das Meristem der Anthere oder der Samenknospe zahlreiche zunächst gleichberechtigte Kerne. Hier wie dort müssen während der Bildung der Sporen und Elateren, der Pollenkörner, des Embryos eine Anzahl von ihnen für vegetative Zwecke geopfert werden, oder besser, sie gelangen in solche Bereiche des Plasmas, die rein vegetative Aufgaben bekommen und deshalb aus der Keimbahn ausgeschaltet werden. Aber bei der geordneten Gewebsbildung der höheren Pflanzen ist dieses vegetative und später degenerierende Gewebe — z. B. die Tapetenschicht der Antheren — dauernd erkennbar. Im ständig strömenden zellenlosen Plasma der Myxomyceten jedoch geraten die vegetativen Kerne

bald zwischen die normalen und werden dort aufgelöst. Die Fusionstendenz zu Beginn der Degeneration zeigen sie aber bei Myxomyceten wie bei Phanerogamen.

Eine übersichtliche Zusammenstellung und Diskussion der Literatur über vegetative Kernverschmelzungen findet sich in dem Buch von NÉMEC über das Problem der Befruchtungsvorgänge (Nr. 10).

Seit mehr als 2 Jahren ist mir bekannt, daß meine frühere Deutung der Karyogamie falsch war. Ich habe diese Zeit nun benutzt, um nach dem wahren Sexualakt zu suchen.

Über den Zeitpunkt bestand kaum ein Zweifel. Wenn die Schwärmer haploid sind und die Plasmodienkerne diploid, dann mußte der Sexualakt zu Beginn der Plasmodienbildung stattfinden.

Damit war ich wieder auf eine Spur zurückgekommen, die ich vor Jahren schon einmal verfolgt hatte. Damals hatte ich die Zeichen der Reduktionsteilung und die vier Kerne in den Sporen von *Coratiomyxa* gesehen. In dieser Tetradenbildung glaubte ich eine Vorbereitung auf die Bildung von Sexualzellen zu erblicken, wie es von Metaphyten und Metazoen bekannt war. Bei *Didymium nigripes* und *Didymium effusum* kam ich aber zu keinem anderen Resultat als meine Vorgänger. Die Amöben, die plötzlich erscheinen, vereinigen sich zu Plasmodien. So glaubte ich schließlich auf dem Holzwege zu sein und gab die weitere Nachforschung auf.

Bei der Wiederaufnahme der Untersuchung kam es mir zunächst darauf an, eine größere Zahl von Arten in ihrem Verhalten während der Plasmodienbildung kennen zu lernen. Denn seit der Arbeit von CIENKOWSKI vom Jahre 1867 hatten sich fast sämtliche Autoren nur mit Didymien beschäftigt und immer die Angaben CIENKOWSKIs, der *D. effusum* untersucht hatte, bestätigt. Brauchbar für mich waren nur solche Formen, die ihre Plasmodien auf dem Objektträger bilden und dabei unter bestimmten Bedingungen eine kontrollierbare Zeit innehalten.

Mir kam hier zustatten, daß ich seit Jahren bei vielen Arten, von denen ich frische Sporen erhielt, Aussaaten gemacht hatte, um ihr Verhalten bei der Keimung zu prüfen. Es hatte sich dabei gezeigt, daß man von sehr vielen Arten die Plasmodien auf dem Objektträger ziehen kann, wenn man nur die genügende Geduld besitzt. Es gibt einige Formen, deren Sporen sehr schwer und immer nur vereinzelt keimen. Dahin gehören z. B. *Tubulina cylindrica* und *Lindbladia effusa*. Sobald man hier Schwärmer beob-

achtet hat, läßt man am besten die Kultur vorsichtig austrocknen. Die Schwärmer encystieren sich dann, kommen aber bei einer neuen Benetzung mit Kulturflüssigkeit wieder heraus und teilen sich weiter. Encystieren sie sich wieder, so wiederholt man Austrocknung und Wiederbelebung, bis man die für eine Kopulationsfähigkeit der Amöben nötige Zahl von Teilungen erreicht hat. So habe ich Plasmodien der beiden Arten auf Objektträgern erhalten. Umgekehrt gibt es Arten, die sehr leicht keimen, deren Schwärmer sich auch bald teilen, die aber in einem flüssigen Substrat auf dem Objektträger entweder gar nicht oder nur sehr selten zur Plasmodienbildung schreiten. Dahin gehört z. B. das auf festen Nährböden leicht zu kultivierende und in allen Lehrbüchern empfohlene *Didymium difforme*.

Als für meine Zwecke geeignet erwiesen sich von den vielen so beobachteten Formen nur wenige. Es waren vor allem *Stemonitis fusca*, *Trichia varia*, *Oligonema nitens*, *Physarum nutans*, *Physarum compressum*, *Physarum didermoides*. Bei den beiden ersten ist das Sporenmaterial sehr launisch, entwickelt sich bald gut, bald gar nicht, bei den drei nächsten hatte ich nicht immer genügenden Vorrat von Sporen, so blieb schließlich *Physarum didermoides* übrig, mit der ich die unten zu beschreibenden Versuche angestellt habe. Seit vielen Jahren habe ich diese Art, die sich einmal zufällig auf Kaninchenmist eingestellt hatte, dauernd in Kultur oder besser zur Verfügung. Denn sie hat sich seit dieser Zeit fortgesetzt von selbst in den Mistschalen erhalten, die in unserem Institut zur Kultur von Ascomyceten, Mucorineen, Myxobakterien ständig aufgestellt sind. Inzwischen hat auch J. C. CONSTANTINEANU auf ihre leichte Kultivierbarkeit hingewiesen (Nr. 2).

Sie bildet auf Objektträgern mit derselben Leichtigkeit Plasmodien wie das von *Didymium effusum* und *D. nigripes* seit langem bekannt ist. Man braucht die Sporen nur in Mistabkochung, Maisauszug oder ähnlichen Flüssigkeiten auszusäen, um nach 2—3 Tagen Plasmodien zu erhalten. Empfindlich sind die Schwärmer nur gegen die Stoffwechselprodukte mancher Bakterien. Um in diesem Falle eine frühzeitige Encystierung zu verhindern, ist die Anwesenheit kleiner Flagellaten *(Oicomonas, Copromonas)* willkommen, die der Vermehrung der Bakterien Einhalt tun und ihrerseits den Myxamöben zur Nahrung dienen.

Man sieht zunächst Schwärmer, dann am nächsten Tage kleine Amöben, die keine Geißel haben. Die Geißel scheint hier schon bei der ersten Teilung der Schwärmer verloren zu gehen. Wenigstens habe ich hier niemals solche Stadien beobachtet, wie

ich sie früher (Nr. 4) bei *Stemonitis flaccida* beschrieben habe. Man kann leicht Teilungsstadien fixieren. Aus den Polen der karyokinetischen Spindel kommen hier niemals, wie bei *Stemonitis*, die Geißeln sogleich heraus. Auch die so entstandenen Amöben teilen sich sicher noch weiter.

Um die Zahl der vor der Plasmodienbildung notwendigen Teilungen annähernd festzustellen, machte ich Kulturen aus einer Spore. Sie sind mir bei *Physarum didermoides* zwar sämtlich mißglückt, gelingen dagegen bei *Didymium effusum* sehr leicht. Wenn man hier eine Spore in eine Nährflüssigkeit bringt, kommt ein Schwärmer heraus, dessen Abkömmlinge sich schnell hintereinander teilen. Sie fressen fortgesetzt Bakterien und haben schon nach 3 Tagen die Zahl von über 200 erreicht, soweit ich bei einer oberflächlichen Zählung feststellen konnte. Dann erst erscheinen plötzlich unter den Amöben junge Plasmodien. Nehmen wir an, es sei bei beständiger Zweiteilung die Zahl $256 = 2^8$ erreicht worden, so wären hier also 8 Teilungen nötig, um die Amöben zur Plasmodienbildung zu befähigen. Ich glaube nicht, daß bei *Physarum didermoides* so viele Teilungen erforderlich sind, wenigstens nach der Zahl der Amöben, die zur Zeit der Plasmodienentstehung da ist, aber drei oder vier Teilungen sind wohl auch hier notwendig. Ich hoffe später auch für *Ph. didermoides* genauere Angaben machen zu können.

Man erhält also nach einiger Zeit eine Kultur, in der lauter kleine Amöben umherkriechen. Bleibt die Kultur gesund, so tauchen plötzlich unter den Amöben Plasmodien auf. Dabei fällt gleich eines auf, was zu den bisherigen Angaben nicht stimmt, nämlich daß die Plasmodien in großer Zahl unabhängig voneinander zwischen den Amöben entstehen. In einem Tropfen kann man Hunderte kleiner Plasmodien zählen.

Als ich das gesehen hatte, setzte ich neue Kulturen an, um möglichst junge Stadien zu erhalten, in denen vielleicht die Anfänge der Plasmodienbildung zu beobachten waren. Ich erhielt dann auch solche Präparate; und das Bild war noch auffälliger. Überall waren Amöben zerstreut, zwischen ihnen auch vereinzelt verspätete Schwärmer, aber über das ganze Präparat verteilt lagen größere Amöben mit mehreren Kernen, eben die jungen Plasmodien. Meist waren sie ganz mit Verdauungsvakuolen angefüllt.

Beobachtet man diese jungen Plasmodien weiter im Leben, so zeigt sich eine neue Erscheinung, die zu den bisherigen Angaben über Plasmodienbildung in Widerspruch steht. Man sollte annehmen, daß sie dadurch wachsen, daß die ringsum vorhandenen

Amöben auf sie zukriechen und mit ihnen verschmelzen. Das ist nicht der Fall. Die jungen Plasmodien nehmen nicht nur alle ungekeimten Sporen und Cysten in sich auf, denen sie auf ihrem Wege begegnen, sondern auch die Amöben. Diese werden umflossen und aufgefressen. Dagegen verschmelzen zwei junge Plasmodien, die sich zufällig treffen. Es scheint sich aber nur um ein zufälliges Zusammenstoßen, nicht um eine gegenseitige Anlockung zu handeln. So kommt es, daß ihre Zahl trotzdem schnell abnimmt, und daß statt Hunderter kleiner am nächsten Tage nur 20—30 größere vorhanden sind. Diese fließen dann schließlich in wenige große und zuletzt in eines zusammen.

Tötet man und färbt man eine möglichst junge Kultur, um die Kerne sichtbar zu machen, so läßt sich feststellen, daß die kleinsten Plasmodien nur einen Kern haben. Sie fallen meist durch ihre Größe auf und schleppen in großen Verdauungsvakuolen Flagellaten, Sporen, aber auch mehr oder weniger verdaute Amöben der eigenen Art mit sich herum. Trotzdem ist es oft nicht leicht, sie von den Myxamöben, die auch nur einen Kern haben, zu unterscheiden. Zwar ist der Kern eines jungen Plasmodiums, wenn er kurz vor der Teilung steht, viel größer als ein Amöbenkern. In jüngern Stadien dagegen sind die Unterschiede gering, und ein sicheres Merkmal ist nicht vorhanden.

Die ein wenig älteren Plasmodien haben verschiedene Kernzahlen. Sehr häufig sind zweikernige, selten dreikernige, wieder häufig vierkernige. Bei eine Zählung von 15 jungen Plasmodien die sich in einer Ecke eines Präparats entwickelt hatten, zählte ich 4 mit 1 Kern, 7 mit 2, 2 mit 4 Kernen, 1 mit 8 Kernen und je 1 mit 12 und 20 Kernen. Dreikernige Stadien konnte ich zunächst überhaupt nicht finden, später aber erhielt ich eine Kultur, die offenbar kurz nach der Bildung der Plasmodien in ungünstige Bedingungen geraten war und bei einer Zählung 5 dreikernige Stadien enthielt, allerdings unter ein paar Hundert Plasmodien mit andern Zahlen. Fünfkernige und sechskernige Stadien sind auch in normal entwickelten Kulturen häufiger.

Nach diesen Funden war die Deutung gegeben. Aus den Sporen kommen Schwärmer, die nach den ersten Teilungen in Amöben übergehen und sich in der Gestalt noch mehrfach teilen. Die so entstandenen haploiden Amöben kopulieren dann und werden dadurch junge einkernige Plasmodien. Auf dem Objektträger entstehen diese einkernigen Plasmodien zahlreich nebeneinander, stören sich gegenseitig und werden im allgemeinen dadurch zu größeren Plasmodien, daß sie zusammenfließen. Aus dieser Beob-

achtung ist die bisher angenommene Ansicht über die Entstehung der Plasmodien entstanden. Man muß sich aber im klaren darüber sein, daß auf dem Objektträger die Bedingungen künstlich sind. Unter normalen Umständen wird ein eben entstandenes einkerniges Plasmodium in seiner Nachbarschaft nicht ein gleiches finden, mit dem es verschmelzen kann, sondern nur durch Nahrungsaufnahme wachsen. So werden aus den einkernigen zweikernige, aus diesen vierkernige Stadien usw. entstehen.

Es mußte demnach haploide und diploide Amöben geben, und ich hatte weiter die Aufgabe, die Kernteilungsfiguren der haploiden Amöben und der jungen Plasmodien zu vergleichen. Die haploiden Teilungen sind leicht zu erhalten. In den Figuren 1—4 habe ich 3 Stadien ausgewählt. In der Figur 1 einen Kern in der Prophase, der die Chromosomen zu zählen gestattet. Es sind offenbar 8. In der Figur 2 eine Spindel mit Äquatorialplatte, in der Figur 3 eine langgestreckte Spindel mit Tochterplatten. Figur 4 zeigt 2 Amöben nach der Trennung; in den Kernen sind die Chromosomen ebenfalls noch zählbar.

Viel schwerer dagegen sind die Kernteilungen in den Plasmodien zu erhalten. Es kommt zu häufig vor, daß die einkernigen Stadien keine rechte Nahrung mehr finden, dann umherkriechen und miteinander verschmelzen. So entstehen die größeren Plasmodien nur durch Fusion, und Kernteilungen fehlen. Bei immer erneuten Versuchen bekommt man aber doch einen Blick dafür, ob die jungen Plasmodien sich normal fortentwickeln. Das beste Zeichen ist der Reichtum an Verdauungsvakuolen in jugendlichen Stadien. So habe ich auch hier eine ganze Reihe von Karyokinesen in meinen Präparaten gefunden.

In Figur 5 ist zunächst ein einkerniges Plasmodium abgebildet, daß außer einem Flagellaten auch eine haploide Amöbe der eigenen Art gefressen und halb verdaut hat. In der nächsten Figur 6 ist der Kern eines ebenfalls einkernigen Stadiums in Teilung begriffen. Die halb verdaute Amöbe in der Verdauungsvakuole wird während der Teilung nicht ausgestoßen. Wie man sieht, ist die karyokinetische Spindel deutlich größer und breiter als im entsprechenden haploiden Stadium. Das nächste Stadium (Figur 7) ist das wichtigste, das ich erhalten habe. Die Karyokinese ist soeben vorüber, die Tochterkerne sind noch nicht völlig wiederhergestellt, so daß die Chromosomen zählbar sind. Man erhält, da einige zusammenliegen oder sich decken, die Zahlen 14 oder 15. Es besteht also kein Zweifel, daß die doppelte Zahl da ist. Die nächste Figur 8 zeigt ein zweikerniges Stadium. In der

Mitte liegt wieder eine noch nicht lange aufgenommene haploide Amöbe. Ihr Kern ist noch deutlich erhalten; sie färbt sich, wie alle etwas anverdauten Tiere, in Hämatoxylin sehr kräftig.

Endlich habe ich noch in Figur 9 ein sechskerniges Plasmodium abgebildet, dessen Kerne in Teilung begriffen sind. Es ist ebenfalls dicht mit Verdauungsvakuolen gefüllt. Da es 6 Kerne hat, kann es nicht durch reines Wachstum aus dem einkernigen Stadium entstanden sein, sondern es muß sich durch Fusion aus mehreren Plasmodien gebildet haben. Es ist interessant, daß von den 6 Kernen 2 (die beiden mittelsten) in einer anderen Phase sind als die 4 übrigen. Sie sind viel weiter vorgeschritten, am weitesten der dem Rande zunächst liegende. Ich erkläre das so, daß es aus einem 2- und einem 4kernigen Stadium durch Verschmelzung entstanden ist. Von diesen war das zweikernige schon vor der Fusion zur Kernteilung bereit. Es hat nun nach der Fusion sozusagen durch Ansteckung seine Teilungstendenz auch auf die 4 Kerne des andern Plasmodiums übertragen. Ich habe auch bei der früher erwähnten vegetativen Kernteilung in großen Plasmodien von *Badhamia utricularis* gesehen, daß die Kerne nie in größeren Bezirken die gleiche Phase der Karyokinese zeigen. Auch hier hat man den Eindruck, daß die Teilung an irgendeiner Stelle angeregt wird und sich dann durch eine Ansteckung auf die Nachbarkerne fortpflanzt.

Es ist bemerkenswert, daß alle von mir beobachteten jungen Plasmodien während der Kernteilung die Verdauungsvakuolen beibehalten. Dagegen runden sie sich sämtlich ab und ziehen die Pseudopodien fast vollständig ein. Junge Plasmodien mit ruhenden Kernen zeigen im Gegenteil das Bestreben, sich lang auszuziehen und die eigentümlichen Fortbewegungsformen anzunehmen, die für größere Plasmodien charakteristisch sind. Ganz im Gegensatz dazu zeigen haploide Amöben während der Kernteilung ein vakuolenloses Plasma; aber gleich nach erfolgter Trennung der Kerne beobachtet man an ihnen die Neigung zur Pseudopodienbildung, die wohl mit der unmittelbar darauf erfolgenden Trennung der Tochteramöben zusammenhängt.

Nach allem bleibt für die Entstehung der Plasmodien nur eine einzige Annahme übrig. Sie bilden sich durch Kopulation haploider Amöben und gehen von einkernigen Zuständen aus.

Die Auffindung dieser Kopulation hat mir die größte Schwierigkeit gemacht, und ich habe hier trotz wiederholter Ver-

suche noch immer nicht eine befriedigende Zahl von Stadien beisammen.

Man sollte meinen, da die Plasmodien in manchen Präparaten zu Hunderten entstehen, die Kopulationsstadien wären leicht zu finden. Wirklich sieht man auch in lebenden Kulturen im geeigneten Stadium zahlreiche Amöben, die durch ihre Größe auffallen, unter den übrigen. Man ist aber, solange sie lebend beobachtet werden, nie sicher, ob man diploide Plasmodien mit Kernen vor sich hat oder eben zusammengeflossene haploide Amöben. Denn am lebenden Tiere sieht man vom Kern nur dann und wann den Nukleolus aufleuchten; eine Kernkopulation läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen. Auch die Kerngröße ist so nicht erkennbar, und man hat auch nie Gewißheit darüber, ob zwei vor unsern Augen zusammenfließende Amöben zwei kopulierende haploide Amöben sind oder zwei einkernige Plasmodien, die sich zufällig treffen.

Allerdings sieht man in solchen Kulturen immer verdächtige Amöben, die etwas größer sind und deren Plasma in lebhafterer Bewegung ist. Sie haben mehr Pseudopodien als die anderen und schnüren sich bald ein, bald runden sie sich mehr ab. Tötet man aber eine Kultur, um die Kerne sichtbar zu machen, dann schwimmen gerade die beweglichen Amöben beim Färben sämtlich weg. Sie haften ihrer Beweglichkeit wegen schlechter als die anderen. So erkläre ich mir meinen geringen Erfolg.

Immerhin habe ich auf diese Weise doch eine Anzahl Stadien in meinen Präparaten gefunden, die das Vorhandensein einer Kernkopulation zeigen. Man sieht Stadien mit zwei eng aneinanderliegenden Kernen, die sich sogar aneinander abplatten können. Eines der überzeugendsten Beispiele ist in Figur 10 abgebildet. Die beiden Kerne sind im Begriff, miteinander zu verschmelzen. Nur eine Einschnürung in der Mitte zeigt noch ihre ursprüngliche Trennung an.

Es lag mir daran, auch bei dem oft untersuchten *Didymium effusum* die Entstehung der Plasmodien kennen zu lernen. Auf der Beobachtung dieser Art beruhen, wie gesagt, vorzugsweise die Angaben CIENKOWSKIs. In ihren Kulturen fällt dreierlei auf: 1. die ungewöhnliche Teilbarkeit der Amöben, von der ich oben schon sprach, 2. ihre Unempfindlichkeit gegen Bakterien, aus der ihre leichte Kulturfähigkeit folgt. In dichten Bakterienwolken, in denen andere Amöben sich encystieren oder zugrunde gehen, kriechen sie ruhig herum und fressen die Bakterien. 3. die auffallende Neigung der jungen Plasmodien zur Fusion. Sie vereinigen

sich in der Tat, wie es CIENKOWSKI angibt, zu Gruppen und verschmelzen. Man kann aber sehen, daß diese kleinen Plasmodien schon Verdauungsvakuolen haben und die Myxamöben fressen. Sie sind also selbst keine Myxamöben. CIENKOWSKI hat also diesen sekundären Vorgang der Fusion, der eine besondere Eigentümlichkeit der Didymien zu sein scheint, als den wesentlichen aufgefaßt und die eigentliche Entstehung der Plasmodien übersehen.

Ich stelle zum Schluß noch einmal die Beweise zusammen, die für die Unrichtigkeit der bisherigen Deutung und für die Richtigkeit meiner Ansicht sprechen.

1. Die Plasmodienbildung beginnt unter zahlreichen Amöben an ganz bestimmten einzelnen Stellen mit kleinen amöbenartigen Stadien.
2. Diese jungen Plasmodien üben auf die Amöben ringsum keinerlei Anziehungskraft aus; sie fressen sie im Gegenteil auf, wenn sie damit zusammenstoßen.
3. Die Kernvermehrung erfolgt auch vom jüngsten Stadium an bei normaler Entwicklung durch Karyokinese.
4. Die jungen Plasmodien zeigen bei normaler Entwicklung in den Kernzellen vorwiegend die Potenzen von 2. Namentlich dreikernige Stadien sind selten.
5. Die Plasmodienkerne haben die doppelte Chromosomenzahl der Amöbenkerne.
6. Es läßt sich eine Amöben- und Kernkopulation beobachten.
7. Die Kernteilung vor der Sporenbildung ist eine Reduktionsteilung.

Schließlich kann ich mich darauf berufen, daß nach dem Stande namentlich der zoologischen Protistenliteratur die von mir gegebene Darstellung des Entwicklungsganges die wahrscheinlichste ist.

Die Protozoensystematik ist augenblicklich in einer Umwälzung begriffen. Nachdem schon SCHAUDINN gezeigt hatte, daß die Trypanosomen in nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu manchen Hämosporidien stehen, hat HARTMANN die Folgerung daraus gezogen und sie mit den bisherigen Angehörigen einer anderen Klasse zu einer Familie vereinigt. Schon vorher war es langsam klar geworden, daß alle höheren Rhizopodengruppen einen komplizierten Entwicklungsgang, vielfach mit Flagellatengenerationen haben. Endlich hat der Streit um die Spirochaeten Übergangsformen zwischen Bakterien und Flagellaten kennen gelehrt. So hat denn endlich in der 2. Auflage seiner Protozoenkunde

DOFLEIN (Nr. 3) die Flagellaten vor die Rhizopoden gestellt, also mit der jahrzehntelang maßgebenden Anschauung gebrochen, daß der Besitz eines nackten Plasmaleibes ein primitives Kennzeichen sei. Damit sind aber die Prinzipien der bisherigen Systematik aufgehoben, und die Charakteristik der Rhizopoden kann in der bisherigen Weise nicht erhalten bleiben. Denn alle Rhizopoden sind keineswegs hoch organisiert, ebensowenig wie alle Flagellaten auf niedriger Stufe stehen.

Auf diese Weise nähert sich die zoologische Protistensystematik mehr der botanischen. Der Botaniker muß in den Flagellaten, in denen alle Algenstämme zusammenlaufen, eine ursprüngliche Gruppe sehen; die rhizopodenartigen Organismen aber, die er in seinem System kennt, die Myxomyceten, zeigen alle Kennzeichen einer hohen Organisation. Sie müssen also fremden Ursprungs sein.

Die Zoologen verweisen uns, wenn wir nach einer Anknüpfung in ihrem System suchen, auf die Rhizopoden. Mit diesem allgemeinen Hinweis ist zwar nicht viel gewonnen. Ich bin aber auch der Ansicht, daß die nächsten Verwandten der Myxomyceten (zu denen ich die Acrasieen nicht rechne) bei den höchsten Rhizopoden zu suchen sind. Denn die niederen Myxomyceten, zu denen nach meiner Auffassung z. B. *Enteromyxa* und die Vampyrellen gehören, führen nach unten zu Formen, die nach den Heliozoen und den Thekamöben und Foraminiferen hinüberleiten.

Innerhalb dieser Gruppe ist während der letzten Jahrzehnte der Entwicklungskreis vielfach genauer erforscht worden. Am besten sind wir über Heliozoen unterrichtet. Durch die Arbeiten von SCHAUDINN über *Actinophrys sol* und von R. HERTWIG über *Actinosphaerium* wissen wir, daß sie sich in bezug auf den Kreisverlauf der Kerne ungefähr wie Metaphyten und Metazoen verhalten. Fast während des ganzen Lebens sind die Kerne diploid; der haploide Zustand erscheint nur während zweier Teilungen, die als Reduktionsteilungen gelten. Für die übrigen nicht parasitischen Gruppen der Rhizopoden fehlen exakte Angaben über die Reduktionsteilung. Aus der Schilderung, die SCHAUDINN über den Entwicklungsgang von *Centropyxis* gibt, läßt sich aber schließen, daß auch dort der Gametenbildung eine Reduktionsteilung vorangeht. Der haploide Zustand überdauert also auch dort nur wenige Kernteilungen.

Unter diesen Verwandten nehmen die höheren Myxomyceten durch ihre hochgradige Spezialisation eine besondere Stellung ein. Sie sind während ihres vegetativen Zustandes vielzellig und über-

schreiten dadurch eigentlich die Grenzen des Protistenreichs. Ausgezeichnet sind ferner die meisten Arten durch die Anpassung an das Luftleben. Das Plasmodium von *Badhamia utricularis* kriecht bei feuchtem Wetter wie eine Nacktschnecke herum. Eine ähnliche Anpassung zeigt sich bei den Protozoen nur unter den moosbewohnenden Amöben, und auch dort nur in geringem Maße.

Gegenüber Metazoen und Metaphyten, denen sie sonst in ihrer Entwicklung gleichen, sind sie dadurch interessant, daß die Reduktionsteilung bei ihnen durch eine einzige Karyokinese vollzogen wird. Die zweite Karyokinese, die sogenannte homöotypische Teilung, die man vielfach als notwendig zum Mechanismus der Reduktion gehörig betrachtet, ist hier durch die Sporenruhe von der eigentlichen Teilung getrennt (außer bei *Ceratiomyxa*) und von den übrigen haploiden Teilungen nicht verschieden. Das spricht zugunsten der alten WEISMANNschen Ansicht, daß zur Reduktion nur eine Karyokinese notwendig ist.

Berlin, März 1911. Botanisches Institut der Universität.

Literatur.

1. L. CELAKOVSKY, Beiträge zur Fortpflanzungsphysiologie der Pilze. Prag 1906.
2. J. C. CONSTANTINEANU, Über die Entwicklungsbedingungen der Myxomyceten. Annales mycologici. IV, 1906.
3. F. DOFLEIN, Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena. G. FISCHER. 1909.
4. E. JAHN, Myxomycetenstudien. 3. Kernteilung und Geißelbildung bei den Schwärmern von *Stemonitis flaccida*. Diese Berichte. XXII. 1904, S. 84.
5. E. JAHN, Myxomycetenstudien. 6. Kernverschmelzungen und Reduktionsteilungen. Diese Berichte. Bd. XXV. 1907, S. 23.
6. E. JAHN, Myxomycetenstudien. 7. *Ceratiomyxa*. Diese Berichte. Bd. XXVI a, 1908, S. 342.
7. G. KLEBS, Beiträge zur Fortpflanzungsphysiologie einiger Pilze. I. *Sporodinia grandis*. PRINGSHEIMS Jahrb. Bd. 32, 1898.
8. ARTHUR LISTER, Notes on the plasmodia of *Badhamia utricularis* and *Brefeldia maxima*. Annals of botany. II, 1888, p. 1.
9. ARTHUR LISTER, On the division of nuclei in the Mycetozoa. Linnean Society's Journal. 29, 1893, p. 529.
10. B. NEMEC, Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere cytologischen Fragen. Berlin. GEBR. BORNTRÄGER. 1910.
11. S. v. PROWAZEK, Kernverhältnisse in Myxomycetenplasmodien. Österr. botan. Zeitschr. Bd. 54, 1904, S. 208.
12. F. ROSEN, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen. II. Studien über die Kerne und die Membranbildung bei Myxomyceten und Pilzen. COHNS Beiträge. Bd. VI, 1893, S. 237.
13. HANS WINKLER, Botanische Untersuchungen aus Buitenzorg. 7. Über Parthenogenesis bei *Wikstroemia indica*. Ann. jard. botan. Buitenzorg. Bd. XX (V), 1906, S. 208.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XI.

Sämtliche Figuren beziehen sich auf *Physarum didermoides* Rost.
Vergrößerung 1000 : 1.

Fig. 1. Kernteilung einer haploiden Amöbe. Prophase. Die Chromosomen sind deutlich.
Fig. 2. Dasselbe, Spindel.
Fig. 3. Dasselbe, Tonnenstadium.
Fig. 4. Dasselbe, Zellteilung nach erfolgter Kernteilung. Die Chromosomen sind wieder deutlich.
Fig. 5. Einkerniges Plasmodium. In den Verdauungsvakuolen liegen eine haploide Amöbe und ein Flagellat.
Fig. 6. Einkerniges Plasmodium mit Kernteilung. In der Verdauungsvakuole eine haploide Amöbe.
Fig. 7. Zweikerniges Plasmodium. Die Kerne sind noch in der Rekonstruktion begriffen, die Chromosomen deutlich. Große Verdauungsvakuole.
Fig. 8. Zweikerniges Plasmodium. In der Verdauungsvakuole wiederum eine haploide Amöbe.
Fig. 9. Sechskerniges Plasmodium in Kernteilung. Die beiden mittleren Kerne in einer anderen Phase als die vier äußeren.
Fig. 10. Kopulationsstadium zweier haploider Amöben. Die Kerne sind in der Fusion begriffen.

31. W. W. Lepeschkin: Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran.

(Eingegangen am 1. Mai 1911.)

Über den physikalischen Zustand der Plasmamembran und dessen Veränderungen berichtend, wies ich in früher erschienenen Aufsätzen[1]) darauf hin, daß die Grundsubstanz der Plasmamembran eine kolloidale (zum Teil wahrscheinlich auch molekulare) Lösung verschiedener Stoffe, unter anderem auch von Wasser, in einem Medium sei, das einen temporär flüssigen Charakter besitzt, und dessen chemische Natur uns bis jetzt unbekannt ist. In dem vorliegenden Aufsatze möchte ich nun einige Tatsachen mitteilen, welche zur Förderung unserer Kenntnisse dieses Mediums (also der zusammenhängenden Phase oder des Dispersionsmittels im kolloidalen System) dienen dürften. Bevor ich aber zur Mitteilung dieser Tatsachen übergehe, erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, daß ich unter dem Begriff „Plasmamembran" diejenigen Plasmaschichten verstehe, welche die Oberfläche des Protoplasmas ein-

1) Diese Berichte, 1910, Nr. 15 u. Nr. 53.

nehmen und selektiv osmotische Eigenschaften besitzen. Da es uns aber zurzeit unbekannt ist, ob diese Schichten sehr dünn sind oder die ganze Plasmamasse bilden[1]), so würden sich alle Schlüsse, zu denen wir im vorliegenden Aufsatze gelangen werden, auf das Dispersionsmittel des Protoplasmas im allgemeinen beziehen können, wenn es erwiesen sein würde, daß das Protoplasma in allen seinen Teilen die gleichen osmotischen Eigenschaften besitzt.

1. Frühere Ansichten und die Methode der Farbstoffaufnahme.

Um die Bewegungserscheinungen des Protoplasmas sowie auch seine selektiv permeablen Eigenschaften zu erklären, sprach bekanntlich zuerst QUINCKE[2]) die Vermutung aus, daß der Protoplast von einer Ölhaut peripher umkleidet sei. Diese Hypothese QUINCKEs wurde alsdann von OVERTON[3]) modifiziert, indem der letztere auf Grund seiner Versuche über die Durchlässigkeit des Plasmaschlauches für verschiedene anästhesierende Stoffe sowie auch Anilinfarben zum Schlusse gelangte, daß die Plasmagrenzschicht zwar nicht mit Öl, sondern mit ölartigen Körpern, Lipoiden (Lecithin und Cholesterin) imprägniert sei. Andererseits zeigten schon die älteren Versuche PFEFFERs[4]), daß das Verhalten des Plasmas (einschließlich ihrer äußersten Schicht) gegen verschiedene Metallgifte, Alkalien, Säuren u. a. vielmehr auf eine Proteinnatur der die Plasmahaut zusammensetzenden Stoffe hinweist.

Um diesen Widerspruch, sowie auch die Ergebnisse seiner Versuche über die Regulationserscheinungen im Stoffaustausch der Pflanzen zu erklären, sprach später NATHANSOHN[5]) die Vermutung aus, daß die Plasmahaut eine Art von Mosaik vorstelle, in deren Zusammensetzung Lipoide mit lebenden Plasmateilen alternieren. Diese Hypothese sollte auch die gleichzeitige Permeabilität der Plasmahaut für Salze, Gase u. dgl. einerseits und für anästhesierende Stoffe andererseits erklären: die letzteren sollen durch die toten Lipoidteile der Plasmahaut bis zum Konzentrationsgleichgewicht in die Zelle eindringen, während die ersteren durch die lebenden plasmatischen Teile derselben permeieren müßten, wobei

1) Vgl. meinen Aufsatz Nr. 15, 1910, S. 92.

2) Ann. d. Chemie u. Phys. 1888, Bd. 35, S. 630, 636 usw.

3) Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich, 1895, 1899, Bd. 44 u. a. Jahrb. f. wiss. Bot., 1900, Bd. 34.

4) Osmotische Untersuchungen, 1877, S. 142, 143, 145 u. a., auch Pflanzenphysiologie, 1897, Bd. I, S. 93

5) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 32, S. 241, Bd 40, S. 103 u. a. Auch im Bd. 1904, S. 607, 643 usw.

aber das Gleichgewicht durch das lebende Plasma in eigentümlicher Weise reguliert werde, so daß die bekannten Diffusionsgesetze keine Anwendung mehr auf den Vorgang der Salzaufnahme haben könnten.

Die letzte höchst unwahrscheinliche Schlußfolgerung von NATHANSOHN hat bei manchen Pflanzenphysiologen Bedenken erregt[1]), und neuerdings trat RUHLAND[2]) gegen die Behauptung NATHANSOHNs, daß Salze nicht bis zum Konzentrationsgleichgewicht in die lebende Zelle eindringen könnten, sehr entschieden auf. Der Verfasser zeigte, wie mir scheint, in ganz einwandfreier Weise, daß das eigentümliche Versuchsergebnis NATHANSOHNs nur infolge einer fehlerhaften Versuchsanordnung zustande gekommen sei.

Auf Grund seiner Versuche über das rasche Eindringen der in Öl und Lipoidlösungen nicht oder nur wenig löslichen Anilinfarbstoffe in lebende Zellen sprach sich RUHLAND auch gegen die Theorie der aus Lipoiden bestehenden Plasmahaut aus. Seine Erwägungen scheinen mir auch diesmal sehr überzeugend zu sein. Dabei möchte ich aber noch darauf aufmerksam machen, daß die Methode der Farbstoffaufnahme durch die lebende Zelle nicht nur auf dem Eindringen, sondern auch auf einer Speicherung des Farbstoffes im Zellsafte beruht, was natürlich auch RUHLAND bekannt war, von ihm jedoch nicht genügend betont worden ist[3]). Ein richtiger Schluß über die Permeabilität des Plasmaschlauchs für gewisse Farbstoffe ist daher nur in dem Falle möglich, wenn diese Farbstoffe gespeichert werden. Wird aber ein Farbstoff nicht gespeichert, so bleibt es unentschieden, ob er in die Zelle nicht eindringen kann, oder ob im Zellsaft solche Bestandteile fehlen, die mit dem Farbstoffe schwer diffundierende Verbindungen bilden und eine Aufspeicherung ermöglichen könnten.

Es ist also ganz begreiflich, daß OVERTON[4]) das Eindringen nur basischer Farbstoffe in die Zelle beobachten konnte, weil der Zellsaft gewöhnlich organische Säuren (z. B. Gerbsäure) enthält, welche sich nur mit basischen Farbstoffen zu unlöslichen oder doch kolloidal löslichen und daher schwer permëierenden Salzen verbinden können[5]), während saure Farben nur mit Basen reagieren

1) Vgl. mein. Aufs. Nr. 15 in diesen Ber., 1910, S. 92—93.

2) Jahrb. f. wiss. Bot., 1908, Bd. 46, H. 1.

3) l. c. S. 29—30.

4) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 34, S. 670. Vgl. auch RUHLAND l. c. 31.

5) Alle basischen Farbstoffe geben mit Gerbsäure entweder sofort einen Niederschlag oder verbinden sich mit derselben zu Salzen, die durch eine genügende Elektrolytmenge niedergeschlagen und durch lebende Zellen nicht aufgenommen werden, weil schon die Zellwand dieselben zurückhält. In der

und daher im Zellsaft nicht gespeichert werden können[1]). Im Gegensatz zu den Ergebnissen OVERTONs könnte man sogar mit Sicherheit behaupten, daß alle Farbstoffe, welche mit Wasser echte (molekulare) Lösungen bilden, unabhängig von ihrer Löslichkeit in Lipoiden in die lebende Zelle eindringen können, daß aber dieses Eindringen nur dann unzweideutig wahrnehmbar werden kann, wenn eine Farbstoffspeicherung im Zellsaft stattfindet[2]). Obwohl manche Säurefarben in zahlreiche lebende Objekte sicherlich nicht oder wenigstens nicht in nennenswertem Grade eindringen, wie das aus den Beobachtungen PFEFFERs[3]) und RUHLANDs[4]) hervorgeht, so läßt sich doch leicht zeigen, daß diese Farbstoffe, welche zufälligerweise auch in Lipoiden unlöslich sein können, schon durch die Zellwand zurückgehalten werden. Solche Farbstoffe können in Wasser nur kolloidal gelöst werden und lassen sich durch eine genügende Elektrolytmenge, wie typische Kolloide, zum Niederschlag bringen. (So werden z. B. wasserlösliches Anilinblau, Nigrosin, Säuregrün, Bordeaux R durch Ammoniumsulfatlösung niedergeschlagen.)

Wie meine Beobachtungen über das Eindringen solcher Farbstoffe aus ihren konzentrierten Lösungen in die durch Erhitzen getöteten Zellen zeigen, diffundieren sie äußerst langsam durch die Zellwand, und es ist wohl ganz begreiflich, wenn sie durch die Plasmamembran noch langsamer diffundieren, so daß die Zellen

Angabe RUHLANDs, daß Erythrosin sehr leicht mit Tannin in vitro niedergeschlagen wurde, liegt wohl ein Mißverständnis vor, weil Erythrosin eine ausgesprochene Säure ist. Das Präparat von Erythrosin, von GRÜBLER bezogen, gibt mit Tannin weder einen Niederschlag noch eine kolloidal lösliche Verbindung.

1) Zur Bestätigung des Gesagten sei hier noch die von RUHLAND betonte Tatsache hervorgehoben, „daß von den Phthaleinen nur das Rhodamin aufgenommen wird, welches basische Eigenschaften hat, daß dagegen die übrigen Phthaleine, die z. T. leicht fettlöslich, aber nur sauren Charakter haben, nicht eindringen." (l. c. S. 31.)

2) Daß ein sicherer Schluß betreffs des Nichteindringens eines Farbstoffs in die Zelle beim Fehlen der Farbstoffspeicherung unmöglich ist, zeigt schon die Tatsache, daß sich Methylenblau, das sonst gut gespeichert wird und daher zu den aufnehmbaren Farbstoffen gezählt wird, im Zellsaft nicht ansammelt, wenn zu seiner Lösung 2—5 pCt. Alkohol zugesetzt war, weil die sich bildende Gerbstoffverbindung des Methylenblaus in 2—5 pCt. Alkohol molekular löslich ist und daher sehr rasch exosmiert.

3) Unters. a. d. Bot. Inst. Tübingen, Bd. II, 1886.

4) l. c. S. 28—29 und die Anmerkung.

Vgl. z. B. RUHLAND, l. c. S. 37, 50; GOEBEL, Ber. Bot. Ges. 4, S. 249; Bot. Ztg. 45, S. 717; Biologische Schilderungen, Marburg 1889.

absterben, bevor das Eindringen des Farbstoffes konstatiert werden könnte.

Andererseits ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß molekular wasserlösliche Farbstoffe in die lebende Zelle schneller eindringen, als Salze, Säuren, Gase und andere wasserlösliche Stoffe. Schließlich möchte ich noch darauf aufmerksam machen, daß, wenn Farbstoffe nur wegen ihrer größeren Löslichkeit in der Plasmamembran im Vergleich zu derjenigen in Wasser durch lebende Zellen rasch aufgenommen würden, wie es OVERTON behaupten zu können glaubt[1]), so würde es unbegreiflich sein, daß diese Farbstoffe durch die Plasmamembran nicht gespeichert werden.

In Anbetracht des Gesagten sehe ich mich zur Annahme berechtigt, daß die Diffusion der Farbstoffe in die lebende Zelle nicht durch die Anwesenheit von Lipoiden in der Plasmamembran hervorgerufen, sondern durch die gleiche Ursache bedingt wird, welche auch die Diffusion von Salzen, Säuren und anderer gut wasserlöslicher Stoffe durch die Plasmamembran ermöglicht.

Wenden wir uns nun der Feststellung dieser Ursache zu.

2. Die Permeabilität der Plasmamembran für wasserlösliche Stoffe.

Um ins Zelleninnere gelangen zu können, müssen die aufgezählten wasserlöslichen Stoffe vor allem im Dispersionsmittel der Plasmamembran (also in der zusammenhängenden Phase der kolloidalen Lösung, welche die Plasmamembran bildet, löslich sein[2]). Zwar könnte die Übertragung der erwähnten Stoffe ins Zelleninnere auch durch die disperse Phase des in der Plasmamembran kolloidal gelösten Wassers, dessen Anwesenheit sich in der letzteren vermuten läßt[3]), und dessen kolloidale Teilchen sich in unbeständiger BROWNscher Bewegung befinden müßten, vermittelt werden. Doch würde solch eine Übertragung nur sehr langsam stattfinden, weil die Diffusion der Kolloide (also die Wanderung der kolloidalen Teilchen) bekanntlich äußerst langsam vor sich geht[4]). Ein

1) Jahrb. f. wiss. Botan., Bd 34, S. 669. 686—687. Studien über die Narkose, 1901, S. 31.

2) Vgl. meinen Aufs. Nr. 15 in diesen Berichten, 1910, S. 94.

3) Durch die Anwesenheit von in kolloidem Zustande befindlichem Wasser in der Plasmamembran würde sich die bei der Plasmakoagulation stattfindende Entwässerung der Plasmastoffe und die gleichzeitige Bildung der mit Wasser gefüllten Kanäle in der Plasmamembran (vgl. hierzu meinen Aufs. Nr. 15, S. 96) besser erklären lassen.

4) Wo. OSTWALD, Grundriß der Kolloidchemie, 1909, S. 189.

verhältnismäßig rasches Eindringen von Salzen, Anilinfarben usw. in die lebende Zelle ließe sich also nur durch ihre molekulare Löslichkeit im Dispersionsmittel der Plasmamembran erklären[1]). Da aber im Dispersionsmittel der Plamamembran verschiedene molekular gelöste Stoffe vorhanden sein können und dasselbe vielleicht sogar ein molekulares Flüssigkeitsgemisch vorstellt, so wird die molekulare Löslichkeit der durch die Plasmamembran permëierenden Stoffe im Dispersionsmittel durch das letztere bildende Bestandteile bestimmt. Um die Fähigkeit gut wasserlöslicher Stoffe, sich im Dispersionsmittel der Plasmamembran molekular zu lösen, zu erklären, müssen wir also voraussetzen, daß in demselben wenigstens ein molekular gelöster Körper vorhanden sein muß, welcher diese Stoffe löst (wenn er flüssig ist!) oder die Löslichkeit der letzteren begünstigt (wenn er fest ist!). Dieser Körper kann unzweifelhaft nur Wasser sein, das im Dispersionsmittel der Plasmamembran gewiß molekular gelöst ist, weil es sonst unbegreiflich sein würde, weshalb bei der Plasmolyse dem Zellsafte nur Wasser (nicht aber in demselben gelöste Stoffe!) entrissen wird. In der Tat hätte sich Wasser bei der Plasmolyse in der Plasmamembran nur kolloidal gelöst, d. h. wäre es nur in ultramikroskopisch kleine Teilchen zerteilt, so würden sich die im Zellsafte molekular gelösten Stoffe auch in diesen kolloidalen Wasserteilchen molekular gelöst erhalten und mit denselben durch die Plasmamembran hindurchgehen. Da jedoch bei der Plasmolyse nur Wasser (aber keine Zellsaftstoffe!) durch die Plasmamembran permëiert, so werden offenbar Wassermoleküle selbst dem Zellsaft entrissen, d. h. Wasser löst sich bei der Plasmolyse molekular in der Plasmamembran; es muß also auch im Dispersionsmittel der turgeszenten Zellen molekular gelöstes Wasser vorhanden sein[2]).

Man könnte also kaum daran zweifeln, daß die Löslichkeit der oben aufgezählten, gut wasserlöslichen Stoffe in der Plasmamembran (und daher auch die Permeabilität der letzteren für diese Stoffe) hauptsächlich auf der Anwesenheit von molekular gelöstem Wasser im Dispersionsmittel derselben beruht, in ähnlicher

1) Diese Löslichkeit ist freilich geringer als die Löslichkeit derselben Stoffe in Wasser, sonst würden diese Stoffe durch die Plasmamembran nicht langsamer diffundieren als durch die Zellwände.

2) Es ist wohl wahrscheinlich, daß im Dispersionsmittel der Plasmamembran gleichzeitig molekular und kolloidal gelöstes Wasser vorhanden ist, was uns nicht befremden darf, weil für verschiedene Stoffe Übergänge zwischen kolloidalen und molekularen Lösungen beobachtet worden sind (WO. OSTWALD, l. c. S. 88—91).

Weise wie z. B. die Löslichkeit von Kaliumcarbonat in wasserhaltigem Alkohol. Freilich ist eine Proportionalität zwischen der Löslichkeitsgröße der Stoffe in Wasser und der Permeabilität der Plasmamembran für diese Stoffe nicht zu erwarten, denn die Permeabilität ist auch von den Diffusionskonstanten abhängig, und andererseits wird die Löslichkeit der Stoffe in der Plasmamembran offenbar noch von anderen, die zusammenhängende Phase derselben bildenden Bestandteile in hohem Maße und in verschiedenem Grade beeinflußt. Diese Bestandteile wollen wir jetzt betrachten.

3. Über die Anwesenheit von Eiweißkörpern im Dispersionsmittel der Plasmamembran.

Um die chemische Zusammensetzung des Dispersionsmittels der Plasmamembran zu erforschen, kann man leider keine mikrochemischen Methoden anwenden, weil durch solche nur die Zusammensetzung der ganzen Masse der Plasmamembran ermittelt werden kann, wobei es ganz unentschieden bleibt, ob sich die stattfindenden Reaktionen auf das Dispersionsmittel oder auf disperse Phasen beziehen. Bei der chemischen Untersuchung des Dispersionsmittels, das uns in diesem Aufsatze ausschließlich interessiert, ist man daher hauptsächlich auf zwei physikalische Methoden angewiesen. Die eine von ihnen, welche von OVERTON stammt, beruht bekanntlich auf der Beobachtung über die Permeabilitätsgröße der Plasmamembran für Substanzen, die schwer wasserlöslich sind. Der anderen Methode liegt die Beobachtung über die Permeabilitätsänderungen der Plasmamembran für gut wasserlösliche Stoffe unter der Einwirkung verschiedener Chemikalien und anderer Mittel zugrunde.

Die erstere Methode kann bei der Untersuchung, ob im Dispersionsmittel der Plasmamembran Eiweißkörper anwesend sind, kaum in Betracht kommen, da uns keine Stoffe bekannt sind, welche sich in Wasser schwer, zugleich aber gut in Lösungen von Eiweißkörpern oder ihrer Verbindungen lösen. Bei der Erforschung der chemischen Zusammensetzung des Dispersionsmittels sind wir also ausschließlich auf die zweite Methode angewiesen, deren Anwendung auch in bezug auf Eiweißkörper möglich ist. Man könnte z. B. Reagentien oder anderweitige Mittel, welche in Lösung befindliche Eiweißkörper (oder deren Verbindungen) entwässern und zur Koagulation bringen, auch auf ihre koagulierende und entwässernde Wirkung auf die Plasmamembran prüfen. Würde die disperse Wasserphase der letzteren unter Einwirkung dieser Mittel und Reagentien zusammenhängen, d. h. entständen unter Er-

starrung der Plasmamembran mit Wasser gefüllte Kanäle in derselben, welche deren selektive Permeabilität vernichteten, so würde dies mit Sicherheit darauf hinweisen, daß die Wasser dispersierende Phase (also das Dispersionsmittel) der Plasmamembran Eiweißkörper oder Verbindungen solcher enthält.

Bei den Versuchen, welche in einem meiner früheren Aufsätze beschrieben sind[1]), hatte ich die eben empfohlene Methode bereits angewandt, indem ich das Plasma der koagulierenden Wirkung hoher Temperatur und von Wasserstoffionen aussetzte. Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse kam ich in diesem Aufsatze zum Schlusse, daß Eiweißkörper oder deren lockere Verbindungen am Aufbau des Dispersionsmittels der Plasmamembran wichtigen Anteil nehmen[2]). Einen analogen Schluß würde man auch aus der bekannten Tatsache der Plasmamembrankoagulation durch Schwermetallsalze ziehen müssen, wie es PFEFFER tut. Obgleich die koagulierende Wirkung der Metallionen ebenfalls für andere Kolloide bekannt ist, könnte man kaum bestreiten, daß die Ionen der Schwermetalle einen besonders starken Einfluß auf die Eiweißkoagulation ausüben[3]).

Ähnlich, wie die eben erwähnte Ionwirkung, läßt sich auch die Wirkung verschiedener organischer Stoffe auf die Plasmamembran mit derjenigen auf Eiweißkörper in Parallele stellen. In der folgenden Tabelle I sind z. B. die Konzentrationen verschiedener mit Wasser in jedem Verhältnis mischbarer oder doch sehr gut wasserlöslicher organischer Stoffe angegeben, welche ausreichen, um eine vollständige Koagulation der Plasmamembran von drei Pflanzenarten (*Spirogyra crassa*, *Tradescantia discolor* und *Saccharomyces cerevisiae*) und des Hühnereiweißes während einer zehnminutigen Wirkungsdauer hervorzurufen.

In den Versuchen wurde das filtrierte Hühnereiweiß bis auf die Hälfte durch Verdunstung eingedickt und mit gleichem Volum einer geeigneten Lösung des zu untersuchenden Stoffes in Wasser allmählich vermischt. Nach 10 Minuten war die so erhaltene Eiweißlösung, welche die in der Tabelle angegebene Stoffmenge (in Prozenten ausgedrückt) enthielt, vollständig koaguliert und gallertartig erstarrt. Die vollständige Koagulation der Plasmamembran, d. h. aller Schichten derselben, wurde, wie gewöhnlich,

1) Aufs. Nr. 15, 1910, dieser Berichte.

2) Die Plasmamembran einer bestimmten Zellenart koaguliert bei ganz bestimmter Temperatur — ein Verhalten, welches nur noch für Eiweißkörper bekannt ist (WO. OSTWALD, l. c., S. 505).

3) WO. OSTWALD, l. c. S. 487—489.

an dem Auftreten von Körnchen, Erstarren des Plasmas (unregelmäßige Umrisse der Vacuolen), dem Verlust der selektiv permeablen Eigenschaften (Unmöglichkeit der Plasmolyse, Austritt des Zellsaftfarbstoffes) und einer raschen Speicherung von Methylenblau durch das Protoplasma erkannt[1]).

Tabelle I.

Die für eine vollständige Koagulation der Plasmamembran und des Hühnereiweißes ausreichenden Konzentrationen (in Prozenten). Wirkungsdauer 10 Minuten.

Stoffe	Plasmamembran von *Spirogyra crassa*	Plasmamembran der Epidermiszellen von *Tradescantia discolor*	Plasmamembran von *Saccharomyces cerevisiae* (Preßhefe)	Hühnereiweiß
Äthylalkohol	ungefähr 30 %	ungefähr 30 %	30—35 %	30—35 %
Methylalkohol	„ 30 „	„ 35 „	ungefähr 35 %	ungefähr 35 %
Äthylaldehyd[2])	„ 30 „	„ 30 „	30—33 %	30—33 %
Azeton . . .	„ 25 „	„ 30 „	ungefähr 35 %	ungefähr 35 %
Chloralhydrat[2])	5—8 „	5—8 „	8—10 %	ungefähr 10 %

Die angeführte Tabelle I zeigt, daß eine große Übereinstimmung der für eine vollständige und irreversible Koagulation der Plasmamembran und des Hühnereiweißes ausreichenden Konzentrationen verschiedener, gut wasserlöslicher organischer Stoffe beobachtet wird. Obschon ein Zusatz von Alkohol auch andere Kolloide infolge einer Änderung der Dielektrizitätskonstante zur Koagulation bringen kann[3]), so weist doch die erwähnte große Übereinstimmung darauf hin, daß gerade Eiweißkörper am Aufbau des Dispersionsmittels der Plasmamembran beteiligt sind.

Die Anwesenheit von Eiweißkörpern im Dispersionsmittel der Plasmamembran wird auch dadurch bewiesen, daß die Koagulationstemperatur der Plasmamembran in ähnlicher Weise wie die Koagulationstemperatur von Eiweißkörpern[4]) durch einen Zusatz nicht

1) Die äußeren Schichten der Plasmamembran begannen bei *Spirogyra* bei einem viel kleineren Stoffgehalt in der Außenlösung zu koagulieren, so daß die *Spirogyra*-Zellen schon in 10proz. Äthylalkohol teilweise plasmolysiert erschienen (d. h. der osmotische Druck war infolge einer teilweisen Koagulation und Permeabilitätsvergrößerung kleiner als der Zentraldruck geworden), und die innere Plasmamasse schrumpfte infolge der Oberflächen-Spannungsvergrößerung zu Ballen zusammen.

2) Die etwas sauer reagierenden Lösungen dieses Stoffes wurden vor den Versuchen mit Sodalösung neutralisiert.

3) Wo. Ostwald, l. c. S. 467—476.

4) Vgl. Spiro, Die Fällung von Kolloiden. Beitr. zur chem. Physiol. u Pathologie (Hrsg. v. Hofmeister), Bd. IV, 1903, H. 7—8, S. 316—317.

nur von freien Alkalien und Säuren (vgl. hierzu meinen Aufsatz Nr. 15 in diesen Berichten, 1910, S. 101—102) sondern auch von Alkohol und anderen in der Tabelle I angeführten Stoffen verändert wird. In der folgenden Tabelle II sind z. B. die Koagulationstemperaturen angegeben, welche von mir an der Plasmamembran der durch eine 10prozentige Zuckerlösung plasmolysierten Epidermiszellen von *Tradescantia discolor* und filtriertem Hühnereiweiß mit und ohne Zusatz von Alkohol erhalten worden waren. Über die Versuchsanordnung bei der Koagulations-Temperaturbestimmung an den *Tradescantia*-Zellen wurde in einem früher erschienenen Aufsatze berichtet[1]); das filtrierte Hühnereiweiß wurde vor der Bestimmung des Koagulationspunktes mit Zitronensäure bis zu einer ganz schwachsauren Reaktion neutralisiert, zehnmal mit destilliertem Wasser oder schwachem Alkohol von geeigneter Konzentration verdünnt und nochmals klar filtriert. Das Ablesen der Koagulationstemperatur fand bei erster Trübung der Lösung statt.

Tabelle II.

Koagulationstemperaturen in Graden Celsius.

Versuchsreihe Nr.	*Tradescantia discolor* (Plasmamembran)				Hühnereiweiß			
	Ohne Alkohol	4 % Alkohol	8 % Alkohol	16 % Alkohol	Ohne Alkohol	4 % Alkohol	8 % Alkohol	16 % Alkohol
1	72	65,5	58,5	44,5	61,1	56,3	53,8	46,8
2	71,5	66	59	42	61,2	56,4	53,6	46,7
3	72,5	66	59,5	45	61,3	56,3	53,6	46,6
4	72	65,5	57	44	61,2	56,3	53,7	46,6
Mittelz	72°	65,7°	58,5°	43,9°	61,2°	56,3°	53,7°	46,7°

Die angeführte Tabelle II zeigt also, daß sich die Plasmamembran der *Tradescantia*-Zellen in bezug auf Koagulations-Temperaturerniedrigung nach dem Alkoholzusatz ganz analog verhält wie das Hühnereiweiß.

In Anbetracht des Gesagten sehe ich mich auch diesmal zur Annahme berechtigt, daß Eiweißkörper oder deren lockere Verbindungen am Aufbau des Dispersionsmittels der Plasmamembran wichtigen Anteil nehmen.

4. Über die Anwesenheit von Lipoiden im Dispersionsmittel der Plasmamembran.

Bekanntlich gehört OVERTON das Verdienst, die erstere im

1) Diese Berichte, 1910, Aufs. Nr. 15, S. 99 u. ff.

vorigen Paragraphen erwähnte physikalische Methode (Permeabilitätsbestimmung der Plasmamembran für schwer wasserlösliche Substanzen) zur Erforschung des Lipoidgehalts der Plasmahaut angewandt zu haben. Obgleich die Ergebnisse von OVERTON, soweit sie das Eindringen der Anilinfarbstoffe in die lebende Zelle, welches den Lipoidgehalt der Plasmahaut beweisen sollte, betreffen, wie erwähnt, keine Bestätigung gefunden haben, so dürften seine Beobachtungsresultate, die auf einer außerordentlich großen Permeabilität der Plasmamembran für anästhesierende Stoffe beruhen, wohl kaum bezweifelt werden. Ich möchte hier aber darauf aufmerksam machen, daß diese Resultate gerade darauf hinweisen, daß das Dispersionsmittel der Plasmamembran Lipoide (also ölartige Körper) enthält.

Um diese Schlußfolgerung zu prüfen, wollen wir zur Erforschung des Lipoidgehalts die zweite im vorigen Paragraphen angeführte Methode anwenden, welche auf der Beobachtung über die Permeabilitätsänderungen der Plasmamembran für gut wasserlösliche Stoffe beruht.

Bekanntlich gehören die Lipoide größtenteils zu den Kolloiden und können aus ihren Lösungen durch verschiedene Ionen und Stoffe koaguliert werden; doch hat diese Ionwirkung u. a. bei Lipoiden im Gegensatz zu derjenigen bei Eiweißkörpern nichts Spezifisches an sich. Bei Anwendung der erwähnten Methode müssen wir also ein anderes Mittel wählen, wie es bei der Prüfung des Eiweißgehalts der Plasmamembran angewandt war. Wir können z. B. die Aufgabe folgendermaßen zu lösen versuchen.

Wenn das Dispersionsmittel der Plasmamembran Lipoide in einer wahrnehmbaren Menge enthält, so müssen sich alle in Lipoiden gut löslichen und in Wasser schwach löslichen Stoffe im Dispersionsmittel der Plasmamembran einer, in wässeriger Lösung solcher Stoffe befindlichen, lebenden Zelle ansammeln, wobei die Menge des fremden Stoffes im Dispersionsmittel vom Teilungskoeffizient, also von der Konzentration des Stoffes in der wässerigen Außenlösung, abhängig sein wird. Nach OVERTON sind anästhesierende Stoffe meist schlecht wasserlöslich und lösen sich zugleich gut in ölartigen Substanzen; sie müssen sich also aus der wässerigen Außenlösung im Dispersionsmittel der Plasmamembran ansammeln. Da im letzteren auch Eiweißkörper enthalten sind, so kann die Ansammlung des anästhesierenden Stoffes im Dispersionsmittel schließlich zur Koagulation derselben führen (infolge einer Veränderung der Dielektrizitätskonstante). Die für die Koagulation von Eiweißkörpern ausreichende Konzentration des anästhesierenden

Stoffes im Dispersionsmittel müßte sich dabei, dem Teilungskoeffizienten entsprechend, bei einer für die Eiweißkoagulation durchaus nicht genügenden Konzentration dieses Stoffes in der wässerigen Außenlösung einstellen.

In der Tat, vergleichen wir die Konzentrationen der wässerigen Lösungen schlecht wasserlöslicher und gut öllöslicher anästhesierender Stoffe, welche die Koagulation der Plasmamembran hervorrufen, mit denjenigen, die z. B. das Hühnereiweiß koagulieren, so finden wir, daß im Gegensatz zu den gut wasserlöslichen organischen Stoffen, bei welchen, wie früher gezeigt wurde, die beiden Konzentrationen beinahe gleich sind, die ersteren Konzentrationen stets viel kleiner als die letzteren sind [1]).

In meinen Versuchen kamen als anästhesierende, schlecht in Wasser und gut in Olivenöl lösliche Stoffe Äther, Chloroform, Thymol und Benzol zur Verwendung. Der Vorversuch zeigte, daß diese Stoffe bei Auflösung in Hühnereiweiß auch bis zur Sättigung keine Koagulation desselben hervorzurufen vermögen. Chloroform bewirkt zwar eine, wenn auch nur schwache, Trübung des Hühnereiweißes, die anderen drei Stoffe dagegen gar keine. Um die theoretischen Konzentrationen der erwähnten Stoffe, welche zu einer vollkommenen Koagulation des Hühnereiweißes (d. h. einer Gallertenbildung) während einer zehnminutigen Wirkungsdauer ausreichen würden, berechnen zu können, habe ich zunächst die Konzentration von Äthylalkohol sehr genau ermittelt, welche eine vollständige Koagulation des in meinen Versuchen verwandten filtrierten Hühnereiweißes hervorrief (dasselbe wurde dazu mit dem gleichen Volum von verdünntem Alkohol verschiedener Konzentrationen vermischt). Diese Konzentration erwies sich gleich 34 pCt. Danach vermischte ich gewöhnlich das Hühnereiweiß mit dem gleichen Volum einer Lösung, welche 48 pCt. Alkohol und eine bestimmte Quantität des zu untersuchenden anästhesierenden Stoffes enthielt. Auf diese Weise ließ sich ermitteln, welche Konzentration des letzteren eine vollständige Koagulation des Hühnereiweißes, das außerdem noch 24 pCt. Alkohol enthält, während 10 Minuten bewirkt; die gefundene Konzentration, welche durch C_1 bezeichnet werden mag, ist offenbar der 10prozentigen Konzentration von Alkohol (34 pCt. − 24 pCt. = 10 pCt.) äquivalent. Die theoretische Konzentration C_2 des anästhesierenden Stoffes, welche bei Abwesen-

1) Daß anästhesierende Stoffe im Protoplasma gespeichert werden, geht zum Teil auch aus den Untersuchungen von HERZOG und BETZEL hervor (Zur Theorie der Desinfektion, Z. f. phys. Ch. LXVII 4/5, S. 309).

heit von Alkohol im Hühnereiweiß eine vollständige Koagulation desselben verursachen würde, wird also folgendermaßen berechnet: $C_2 = \frac{C_1 \cdot 34}{10}$.

In der folgenden Tabelle III sind unter C_1 und C_2 die eben erwähnten Konzentrationen, unter C_3 die Konzentrationen der betreffenden anästhesierenden Stoffe in der die lebende Zelle umgebenden Außenlösung, welche für eine vollständige Koagulation der Plasmamembran während einer zehnminutigen Wirkungsdauer ausreichen, in Volumprozenten angegeben. Unter $\frac{C_2}{C_3}$ sind die Verhältnisse der Konzentrationen der Stoffe, welche die Koagulation des Hühnereiweißes und der Plasmamembran während 10 Minuten verursachen, angeführt und unter „V. K." — die Verteilungskoeffizienten der Stoffe zwischen Wasser und Olivenöl. In der Spalte „L. in W." ist schließlich die Löslichkeit der betreffenden anästhesierenden Stoffe in Wasser (d. h. das Verhältnis der Stoffmenge zu der lösenden Wassermenge) verzeichnet.

Tabelle III.

Die für eine vollständige Koagulation der Plasmamembran und des Hühnereiweißes ausreichenden Konzentrationen (in Vol.-Prozent.).

Anästhesierende Stoffe	Hühnereiweiß		*Spirogyra*-Plasmamembran		Epidermiszellen von *Tradescantia discolor*		Preßhefe		Nach Overton	
	C_1 %	C_2 %	C_3 %	$\frac{C_2}{C_3}$	C_3 %	$\frac{C_2}{C_3}$	C_3 %	$\frac{C_2}{C_3}$	V. K.	L. i. W.
Äther	3,5	11,9	4	3	4	3	4,5	2,6	4,5	1:15
Chloroform	1,5	5,1	0,5	10	0,7	7	0,7	7	30	1:138
Benzol	0,6	2	0,12[1]	17	0,2[1]	10	0,22	9	größer als 100	1:1000
Thymol	0,4	1,3	0,03[2]	41	0,06	21	0,06	21	größer als 100	1:1200

1) Um die Lösung von Benzol in Wasser von der nötigen Konzentration zu erhalten, wurde zum Wasser 5 pCt. Alkohol zugesetzt. 5 pCt. Alkohol entspricht 0,03 pCt. Benzol; die erhaltene Zahl 0,17 wurde daher auf 0.2 korrigiert.

2) Zur Darstellung der Thymollösungen in Wasser wurde eine 10proz. Lösung von Thymol in Alkohol hergestellt und eine betreffende Menge derselben mit Wasser verdünnt.

Diese Tabelle III zeigt, daß die theoretische Konzentration der anästhesierenden Stoffe, welche eine vollständige Koagulation des Hühnereiweißes hervorrufen würde (d. h. C_2), 2,6- bis 41mal größer ist als die Konzentration derselben Stoffe, die für eine vollkommene Koagulation der Plasmamembran ausreicht (d. h. C_3). Das Verhältnis der beiden Konzentrationen $\frac{C_2}{C_3}$ verändert sich dabei in gleichem Sinne wie der Verteilungskoeffizient der Stoffe zwischen Wasser und Olivenöl (V. K.). Je mehr also ein Stoff in Öl und je weniger er in Wasser löslich ist, desto bedeutender fällt dieses Verhältnis aus.

Das angeführte Ergebnis veranlaßt mich, den Schluß zu ziehen, daß im Dispersionsmittel der Plasmamembran außer Wasser und Eiweißkörpern auch ölartige Körper vorhanden sind. Ob in demselben ein Gemisch von Lecithin und Cholesterin enthalten ist, wie es OVERTON vermutet, oder ob es sich bloß um Fettkörper handelt, läßt sich vorläufig nicht mit Sicherheit entscheiden.

Der gemachte Schluß wird auch durch Versuche bestätigt, welche ich in einem späteren Aufsatze zu beschreiben gedenke. Diese Versuche zeigten, daß sich die Permeabilität der Plasmamembran für Salze und Anilinfarben, welche in den in der Tabelle III angeführten anästhesierenden Stoffen viel weniger als in Wasser löslich sind, während der Narkose vermindert. Da solch ein Versuchsergebnis zugleich auch darauf hinweist, daß der Weg, welchen Salze und andere gut wasserlösliche Stoffe bei der Diffusion durch die Plasmamembran einschlagen, mit demjenigen von anästhesierenden Stoffen identisch, und die Hypothese NATHANSOHNs über die Mosaikstruktur der Plasmamembran also nicht zutreffend ist, so müssen die oben aufgezählten drei Körper (Wasser, Eiweißkörper und fettartige Stoffe) im Dispersionsmittel der Plasmamembran entweder eine gegenseitige molekulare Lösung oder eine lockere chemische Verbindung bilden.

Dafür, daß in diesem Dispersionsmittel eben eine chemische, aber doch sehr lockere Verbindung von Eiweißkörpern und fettartigen Stoffen befindlich ist, welche schon durch die Koagulation zerstört wird, spricht vor allem die Tatsache, daß das lebende Protoplasma durch Anilinfarbstoffe nicht in nennenswertem Grade gefärbt werden kann, während dasselbe nach der Koagulation diese Farbstoffe begierig speichert. Es sei hierfür darauf aufmerksam gemacht, daß lockere Verbindungen von Eiweißkörpern mit Lecithinen schon lange bekannt sind, und daß auf deren Fähigkeit, sich bei der Koagulation zu zerstören, wohl auf die Tatsache zurück-

zuführen ist, daß Lecithine erst nach vorheriger Behandlung der Objekte mit Alkohol (also nach der Koagulation) durch Äther ausgezogen werden können. Obschon die Eigenschaften dieser Eiweißverbindungen nur wenig studiert worden sind, so läßt sich doch vermuten, daß sie ähnlich wie das Dispersionsmittel der Plasmamembran auch durch alle Stoffe, die ihre Komponenten chemisch beeinflussen können, zerstört und zur Koagulation gebracht werden.

In meinen früher erschienenen Aufsätzen[1]) wurde berichtet, daß die Plasmamembran einen temporärflüssigen Charakter besitzt, und die selbständige Koagulation derselben durch die Deformierung des Protoplasten bedeutend beschleunigt werden kann. Nach solch einer selbständigen Koagulation, sowie auch nach der Koagulation infolge einer Änderung der Dielektrizitätskonstante (z. B. durch Alkohol, Äther usw.) erhält, wie erwähnt, das Protoplasma die Eigenschaft, sich mit Anilinfarben zu färben, was auf eine bei der Koagulation stattfindende Zersetzung der Verbindung von Eiweißkörpern mit fettartigen Körpern im Dispersionsmittel der Plasmamembran (und vielleicht auch der ganzen Plasmamasse) hinweist. Diese Tatsache macht es also sehr wahrscheinlich, daß die erwähnte Verbindung so unbeständig ist, daß sie schon durch die bei der Deformierung des Protoplasten und der Koagulation stattfindende innere Bewegung ähnlich wie manche explosive Stoffe zerstört wird.

Kasan, April 1911.

32. E. Bachmann: Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Unterlage.

II. Granat und Quarz.

(Mit 4 Textfiguren.)

(Eingegangen am 7. Mai 1911.)

Daß die Kieselflechten fähig sind, in Glimmer einzudringen, ihn nicht nur mechanisch in feine Blättchen zu zerlegen, sondern auch chemisch aufzulösen, habe ich bereits vor Jahren[2]) nach-

1) Diese Berichte, 1910, Aufs. Nr. 15 und 53.

2) E. BACHMANN, Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrem Substrat. Diese Berichte. Bd. XXII, S. 102.

Ders., Die Rhizoidenzone granitbewohnender Flechten. PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 40.

gewiesen: daß sie bei der Zersetzung anderer Silikate eine wichtige Rolle spielen, ist längst bekannt, daß manche auch reinen Quarz angreifen können, haben FRIEDERICH [1]) und STAHLECKER [2]) gefunden.

Die Einwirkung der Hyphen auf die beiden letztgenannten Stoffe zu verfolgen, ist aus den an anderem Ort angegebenen Gründen schwierig. Eine günstige Gelegenheit hierzu bot sich mir in einem hellen, granatführenden Glimmerschiefer, der in der Nähe des erzgebirgischen Dorfes Rittersgrün an einigen Punkten ansteht. Seine Hauptbestandteile sind Muskowit und Quarz. Dieser bildet nach dem Wortlaut der Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen, Sektion Johanngeorgenstadt, S. 4, „in der Regel größere, unregelmäßig gewundene, wellige Schmitzen, zwischen welche die aus vorwiegendem Glimmer bestehenden Lagen derartig verteilt sind, daß dadurch das Gestein als Ganzes eine ausgezeichnet grobwellige bis gewunden-flaserige Textur erhält".

Ein etwa handgroßes und $^1/_2$ bis 2 cm dickes Stück dieses Gesteins fand ich am Waldrande in der Nähe des 827,5 m hohen Felszuges, der den Namen Ochsenkopf führt. Auf einer ihrer beiden Hauptseiten ist diese Steinplatte fast in ihrer ganzen Ausdehnung von einer dünnen glänzendweißen Quarzschicht bedeckt, über die Hunderte von kleinen, schwarzen Pünktchen unregelmäßig verstreut sind. Bei schwacher Vergrößerung betrachtet, machen diese den Eindruck von Perithecien einer athallinen Flechtenform, bei mikroskopischer Untersuchung erweisen sie sich als Granaten, von denen die meisten teilweise oder ganz von schwarzem Flechtengewebe wie mit einer Kappe überzogen sind, manche mit roter oder brauner Farbe, aber ohne sichtbare Flechtenbekleidung die Quarzschicht buckelartig durchbrechen. — Auf 10,89 Quadratmillimeter Gesteinsfläche kommen durchschnittlich 8 Granaten, im Höchstfalle 11, im Mindestmaß 2. Ihre Größe schwankt bedeutend: viele haben nur einen Durchmesser von etwa 160 μ, wenige einen solchen von 600 μ, und nur 2 konnte ich finden, deren Durchmesser 1 mm übersteigt. Deshalb ist im günstigsten Falle, wo nämlich 11 Granaten auf 10,89 Quadratmillimeter kommen,

1) FRIEDERICH, Beiträge zur Anatomie der Silikatflechten. Inaugural-Dissertation. Stuttgart 1904.

2) E. STAHLECKER, Untersuchungen über Thallusbildung und Thallusbau in ihren Beziehungen zum Substrat bei silizisedenKrustenflechten. Inaug.-Dissertation. Stuttg. 1905.

kaum $^1/_5$ der Gesteinsoberfläche Granat, über $^4/_5$ Quarz. Das Weiß des letzteren herrscht gegenüber dem Schwarz und Braun der Granaten bedeutend vor. Dieser Eindruck bleibt auch bestehen, wenn man 50fache Vergrößerung zur Untersuchung verwendet, obwohl dann auch noch schwarze Linien sichtbar werden, die von den gleichfarbigen Granatkappen aus über den Quarz hinziehen, allein ohne Unterbrechung meist nur auf kurze Strecken. — Dies alles veranschaulicht die erste Figur, die mit Hilfe des Zeichenprismas

Fig. 1. Quarzplatte mit Flechtenanfängen. Quarz: weiß. Granaten: (A_1 bis A_6) fein- und weitläufigpunktiert. Flechtengewebe: grob- und engpunktiert. 50/1.

von einer Stelle abgezeichnet worden ist, wo von 6 Granaten nur einer (A, 2) ganz mit Flechtengewebe bedeckt war. In der Zeichnung hebt sich dieses durch dunkle Punktierung von dem heller punktierten bloßliegenden Granat ab. Besonders bemerkenswert ist außerdem das muldenförmige von Flechtenmasse umrandete Grübchen bei B, das ehemals zwei, jetzt herausgefallene Granaten enthalten hat. Messungen mit der Mikrometerschraube haben ergeben, daß die Mulde durch eine am Boden querüberziehende Schwelle in zwei Hälften geteilt ist, deren jede für sich einen kleinen Kessel darstellt, in denen je ein Granat gesteckt hat. Da-

für spricht auch folgender Befund: Figur 2 stellt ein Grübchen von 2,948 mm Länge und 0,868 mm Breite dar, auf dessen Boden aneinandergereiht drei scheibenförmige schwarze Thalli liegen, wo vorher, durch zwei Bodenschwellen voneinander getrennt, ebensoviel Granaten gelegen hatten, welche von den Thalli allmählich verdrängt worden sind. Dem muß natürlich eine chemische Zersetzung und infolgedessen ein Zerfall der Granaten vorangegangen sein, aber dieser Prozeß ist im mittleren Thallus langsamer vor sich gegangen, als in den beiden endständigen. In seiner Mitte lag noch ein Stück unversehrten, glänzenden Granats, das mit der Präpariernadel herausgeholt, auf den Objektträger gebracht und gemessen, eine Länge von 275 μ und eine Breite von 210 μ aufwies. Unter den beiden anderen Thalli fand sich nur eine gelbe, feinkörnige Masse, das letzte sichtbare Zersetzungsprodukt der Granaten, auf das ich unten noch zu sprechen kommen werde. Noch sei bemerkt, daß die 3 Thalli 125 bis 162 μ unter dem

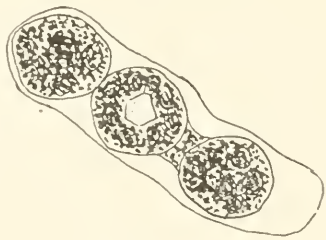


Fig. 2. Grübchen mit drei Thalli; im mittelsten ein Granatrest. 50/1.

freien Rand der muldenförmigen Grube lagen, während die Granaten den Rand etwas überragt haben werden.

Die Granaten werden stets vom Rande her befallen; an ihrem Umfange siedeln sich die Flechtenbestandteile zuerst an und zwar aus verschiedenen Gründen. In dem seltneren Falle befindet sich eine feine Kapillarspalte zwischen dem Granat und dem Quarz, in der sich Feuchtigkeit ansammelt und länger hält als an der Oberfläche des Gesteins, womit der Vegetation der Flechtenbestandteile günstige Bedingungen geboten sind. Den Beweis dafür lieferte ein noch völlig frisch aussehender kleiner Granat von 440 μ Durchmesser, der locker in seiner Höhlung saß, aber ringsum keine Spur von Thallus zeigte. Beim Anstoßen mit einer Präpariernadel wackelte er und ließ sich durch einen schwachen Druck völlig aus

seiner Höhlung herauspressen. Dabei blieb eine faserigkrumige Masse an ihm hängen, die an ihrer dicksten Stelle gelblich, sonst weiß aussah und etwa $^3/_4$ des Kristalls als 30 bis 65 μ breiter Saum umfaßte. Um freihändige Schnitte herzustellen, war die Masse viel zu klein; beim Zerquetschen erwies sie sich als echtes Flechtengewebe, bestehend aus farblosen Hyphen und grünen *Cystococcus*gonidien. Untermischt war es mit einer gelben, körnigen Mineralmasse und zarten, weißen Kristallblättchen. — Die meisten Granaten aber sitzen fest in ihrem Muttergestein, aus dem sie buckelförmig hervorragen und werden von der Flechte zunächst in Form eines schmalen, schwarzen, nicht immer geschlossenen Ringes umgeben. Warum sie sich gerade hier ansiedelt, erklärt sich wieder aus ihrem Wasserbedürfnis. Bei der Befeuchtung einer mit Granaten gespickten ebenen Quarzfläche wird sich das Wasser auf dieser als gleichmäßig dünne Schicht ausbreiten, an den Wänden der hervorragenden Granaten aber infolge der Kapillarattraktion etwas höher emporsteigen, einen im Querschnitt ungefähr dreieckigen Wasserring bilden, der sich noch hält, wenn das Wasser auf der ebenen Gesteinsfläche schon verdunstet ist. Rings um jeden Granaten finden die Flechtenelemente darum

Fig. 3. Granat mit zwei Pykniden. 50 1.

günstigere Bedingungen für ihr Gedeihen als sonstwo auf diesem Gestein. — Von dem Rande aus greift das schwarze Flechtengewebe allmählich nach der Mitte der Granaten hinüber, wobei diese ihre scharfen Umrisse, ihren Glanz und ihre Farbe mehr und mehr verlieren, alles Zeichen beginnender Verwitterung unter Mitwirkung der Flechtenhyphen. Einen besonders interessanten Fall illustriert Figur 3, die Zeichnung eines Kristalls von ursprünglich sechsseitigem Umriß und 496 μ kürzestem Durchmesser. Er überragt die Quarzschicht nur um 50 μ, ist an einem kleinen Teil seines Randes von dem üblichen schwarzen Thallusstreifen, an zwei Punkten aber von Pykniden befallen. Diese haben knopfartige Gestalt und sind in entsprechende Vertiefungen des Granaten, die eine ganz, die andere halb engesenkt, als ob sie sich hineingefressen

hätten. — Von den Kalkflechten ist es zur Genüge bekannt, daß die chemisch auflösende Wirkung der Früchte, der Perithecien, lebhafter ist als die der gewöhnlichen Hyphen. — Dieses Vorkommnis erinnert überdies an die Beobachtung von GASTON BUCHET[1]), der von Glasflechten berichtet, daß sie kleine halbkuglige, stellenweise zusammenfließende Grübchen in ihre Unterlage hineingefressen hätten.

Um festzustellen, wie weit die Zersetzung nach innen fortgeschritten ist, habe ich flechtenbefallene Granaten stufenweise ausgehoben, was an zwei Beispielen erläutert werden mag. Zunächst wurde von der schwarzen Flechtenkappe, die den einen völlig bedeckte, mit dem Rasiermesser ein Flächenschnitt hergestellt, somit der oberste Teil der Kappe beseitigt, der Rest aber mit einem feinen Skalpell in drei Stufen aus dem Grübchen herausgeholt. Die erste Hebung förderte ein Stück roten, glänzenden Granats von 240 μ Länge und 160 μ Breite zutage, außerdem noch zwei andere Stücke, von denen sich das erste mit dem Skalpell, das zweite mit dem Deckglas leicht breitquetschen ließ. Jenes bestand aus einer gelben, feinkörnigen, von wenig farblosen Hyphen durchzogenen Mineralmasse, dieses hauptsächlich aus Flechtengewebe mit vorherrschenden Gonidien und beigemengten teils weißen, teils schwarzen Mineralteilchen. Endlich wurden noch zwei gelbe Brocken gehoben, von denen der erste 300 : 120 μ, der zweite 160 : 80 μ maß. Beim Zerdrücken wurden sie zu einer schmierigen Masse, die hauptsächlich aus Hyphen bestand, wenig weißen, lebenden, vorwiegend aus abgestorbenen, gelben; etwas von der oben erwähnten gelben, körnigen Materie enthielten sie auch. Die bei der zweiten Aushebung erhaltene Masse war der ersten ähnlich, aber sehr arm an Gonidien und reicher an der gelben, körnigen Mineralsubstanz; frische Granatmasse wurde nicht mitgehoben. Mit der dritten Aushebung war schon der Boden des Grübchens getroffen worden, wie ein Glimmerkristall von 150 : 210 μ Ausdehnung erkennen ließ. Außer ihm wurde ein frischer, durchscheinender Granatbrocken (120 : 100 μ) und feinkörnige Mineralmasse zutage gefördert. Der Glimmerkristall stand nicht nur mit Hyphen in fester Verbindung, sondern war auch von ihnen durchsetzt und zeigte sogar deutliche Ätzspuren eines Paraplektenchyms.

1) Comptes rendus de la Société de Biologie T. XI, Nr. 1; referiert aus Naturw. Rundschau V. Jahrg., S. 132.

Ein anderer Granat ohne schwarze Flechtenkappe sah in der Mitte matt- und trübbraun aus, ein Zeichen fortgeschrittener Verwitterung, und reichte mit seiner Oberfläche nicht ganz bis in das Niveau des ihn umgebenden Quarzes. Auch hier bildete die oberste Schicht reines, von Mineralsubstanz freies Flechtengewebe, bestehend aus farblosen Hyphen und wenig zu kleinen Gruppen vereinigten Gonidien. Aus mittlerer Tiefe wurde ein Gemenge von feinkörniger, gelber Mineralsubstanz und farblosen Hyphen, die ein einziges Gonidiennest (48 : 32 μ) enthielten, gehoben. Am Grunde der Grübchens wurden nur Glimmer, Quarzsplitter und die feinkörnige, gelbe Substanz gefunden. Eine einzige, ziemlich große Gonidie war wohl aus einer höheren Stufe hineingefallen. Frischen, unzersetzten Granat enthielt dieses Grübchen überhaupt nicht; der mattbraune, oberflächlich sichtbare ließ sich mit dem Skalpell leicht zerdrücken.

Um über die Natur der Zersetzungsprodukte und den Fortschritt des Zersetzungsvorganges klar zu werden, habe ich mit der aus den Grübchen herausgeholten Granatsubstanz einen einfachen chemischen Versuch ausgeführt. Er bestand darin, daß ich eine kleine Probe der zu untersuchenden Substanz auf dem Objektträger mit einem Tropfen konzentrierter Salzsäure befeuchtete, das Glas dann liegen ließ, bis alle Feuchtigkeit verdunstet war, und nun den Rückstand zuerst für sich, dann nach Zusatz eines Tropfens von Kaliumferrocyanidlösung mikroskopisch untersuchte. — Dabei ergab die oft erwähnte, gelbe, feinkörnige Zersetzungsmasse außer unlöslichen Körnern drei Verdunstungsrückstände. Der erste bestand aus eisblumenähnlichen, feinnadelförmigen Gebilden, der zweite aus tesseralen Oktaedern, der dritte aus gelben Tropfen einer offenbar stark hygroskopischen Verbindung. Beim Hinzufließen von Kaliumferrocyanidlösung bildete sich sofort unlösliches Berliner Blau und zwar in Form „künstlicher TRAUBEscher Zellen", die dem Strom des gelben Blutlaugensalzes in großer Zahl und zum Teil in bizarren Formen entgegenwuchsen. Dasselbe Ergebnis erhielt ich mit der mattbraunen Verwitterungssubstanz des oben an zweiter Stelle beschriebenen Aushebungsversuches, aber wesentlich schwächer war die Eisenreaktion bei glänzenden, durchscheinenden Granatbrocken, auch wenn sie vor der chemischen Behandlung in der Chalcedonreibschale gepulvert worden waren. Die Reaktion blieb ganz aus, und das ist besonders hervorhebenswert, bei unversehrten Granaten, die ich aus der frischen Bruchfläche der Rittersgrüner Glimmerschieferplatte mit

großer Mühe herausgebrochen hatte. Des Vergleiches wegen habe ich auch noch mit einem kleinen Almandin und mehreren böhmischen Pyropen, beide von sekundärer Lagerstätte, die Eisenprobe angestellt. Letztere sind zwar, angefeuchtet, völlig klar, sehen aber in trockenem Zustande etwas trübe aus, was auf eine oberflächliche Verwitterung schließen läßt. Deshalb blieb auch die erwartete Reaktion nicht aus: die eine Seite des Verdunstungstropfens erschien als schmaler, blauer Rand. Erst als ich die dreifache Menge der gepulverten Pyropmasse mit der entsprechenden Menge Salzsäure behandelt hatte, entstanden einige kleine, schwach blau gefärbte „TRAUBEsche Zellen". Noch schwächer war die Reaktion, die ich von dem Almandingranaten erhielt. Die Eisenprobe zeigt demnach folgende Abstufung: frische Granaten von der Bruchfläche des Rittersgrüner Glimmerschiefers, Almandin, Pyrop, glänzende Granatbrocken aus einem flechtenbewachsenen Grübchen des Rittersgrüner Glimmerschiefers, mattbraune Granatmasse und endlich gelbes, feinkörniges Pulver von ebendaher. Bedenkt man nun, wie lange die Pyropen und Almandine auf sekundärer Lagerstätte der Einwirkung von Luft und Wasser ausgesetzt gewesen sein mögen, so kann der zersetzende Einfluß der Flechtenhyphen auf die Rittersgrüner Granaten wohl nicht mehr angezweifelt werden.

Durch welches Mittel üben sie diese kräftige chemische Wirkung aus? Werden sie mit dessen Hilfe auch Quarz auflösen und anätzen können? Der Beantwortung der letzten Frage wende ich mich zunächst zu. STAHLECKER[1]) hat sie bejaht, ganz unzweifelhaft für *Rhizocarpon coniopsoideum* Hepp., weniger sicher für *Lecidea crustulata* (Ach.). Bei beiden sind es die „präkurrierenden Hyphen", die auf dem Quarz Ätzspuren zurücklassen. — Die Richtigkeit dieser Angabe an der ersten der beiden genannten Flechten zu prüfen, war mir nicht möglich, weil die in meiner Sammlung befindlichen Exemplare nicht reinem Quarz aufgelagert sind. Deshalb unterzog ich *Rhizocarpon geographicum* D. C., dessen Vorlager sich auch in dendritischer Form ausbreitet, einer eingehenden Prüfung, fand aber, daß sich dieses schon nach bloßem Anfeuchten mit Wasser auffallend leicht von seiner Unterlage trennen ließ, vor allem aber, daß es keine Ätzspur von unzweifelhafter Deutlichkeit zurückgelassen hatte. Allerdings war die Untersuchung nur bei auffallendem Licht und fünfzigfacher Ver-

1) E. STAHLECKER, a. a. O. S. 14.

größerung ausgeführt worden, weil das bewachsene Quarzstück viel zu dick war, um bei durchfallendem Licht und mit stärkerer Vergrößerung untersucht werden zu können. Aber nicht einmal einen Unterschied im Glanz der Stellen, die vorher mit Hyphendendriten bedeckt gewesen waren, und den benachbarten Stellen des Quarzes konnte wahrgenommen werden, während ein solcher Gegensatz bei Orthoklas unverkennbar war. Freilich unzweideutige Ätzspuren in Form eines scharfen Abdruckes, wie er bei Glimmerflechten vorkommt, war auch hier nicht zu sehen. Trotzdem ist an der Möglichkeit, daß Quarz von Flechtenhyphen korrodiert wird, nicht zu zweifeln. Zur Entscheidung der Frage eignet sich die Rittersgrüner Glimmerschieferplatte in hervorragendem Maße, weil sie auf der einen Hauptseite von einer ganz dünnen Quarzschicht überzogen ist, die sich der flaserig-welligen Unterlage eng anschmiegt und dementsprechend keine zusammenhängende Lage darstellt, sondern aus schuppenartigen Täfelchen besteht, deren freier Rand über den Grund der benachbarten Tafeln hinübergreift. Der Verlauf dieser Ränder ist ganz unregelmäßig, läßt sich aber leicht verfolgen, weil er sich in Form schwarzer Linien von der Umgebung scharf abhebt. Denn diese Ränder sind es, an denen Flechtenstränge entlang ziehen, und von denen sie, zum Teil ziemlich ausgedehnte Gonidienplatten bildend, unter die Quarzschuppe bis zum Glimmer vordringen. Auf der Oberfläche der Täfelchen ist die höchst kümmerliche Entwickelung und Verbreitung des Flechtenkörpers aufs innigste an deren Vertiefungen gebunden, und deren Zahl ist Legion. Bei zweihundertfacher Vergrößerung betrachtet, macht der Quarz, der dem unbewaffneten Auge völlig eben erscheint, den Eindruck von Papier, das man erst in der Hand zusammengeballt und dann ausgebreitet, aber nicht geglättet hat: die Oberfläche ist ein Netz von unzähligen feinen Vertiefungen und Erhöhungen, das von einigen steilwandigen Graten langhin durchzogen wird, und längs dieser siedeln sich die Flechten an, wie an folgendem Beispiel näher erläutert werden soll. Figur 4 stellt eine kleine 405 μ lange und 208 μ breite Quarzplatte dar, die sich nur mit einiger Mühe von dem Rande einer größeren Schuppe abrechen ließ, weil sie mit ihrer Unterlage fest verwachsen war. Deshalb besaß sie an ihrer Unterfläche keine Spur von Flechtenwuchs, auf der Oberfläche nur an zwei Stellen, zwischen a a′ und b b′. An der ersten Linie sinkt die Dicke der Quarzplatte plötzlich von 0.2225 mm auf 0.1725 mm herab; mit anderen Worten, zwischen a und a′ ist ein Steilabfall

von 0,05 mm Höhe, ähnlich auch an der gegenüberliegenden Seite zwischen b und b'. Die Quarzfläche zwischen den beiden Linien ist schwach konvex, aber von zahllosen, nicht mit eingezeichneten, feinen Erhöhungen durchzogen. Es ist leicht einzusehen, daß sich das Wasser bei Befeuchtung der Platte an den beiden markierten Linien in dickerer Schicht ansammeln und länger halten muß als an allen anderen Punkten. — Wieviel das ausmacht, davon habe ich mich durch folgenden einfachen Versuch überzeugt: Ein Zeiss'scher Objektträger mit aufgekittetem, 1 mm hohem Glasring wurde außerhalb desselben gleichmäßig mit Wasser befeuchtet und zur Verdunstung hingelegt. Weil die Tischplatte etwas geneigt war, bildete sich rechts vom Ring eine dickere Wasserschicht als

Fig. 1. Quarzplatte mit Flechtenanfängen bei a a' und b b'. 50/1.

links von ihm. Diese war nach 1210, die rechts vom Ring nach 2335, die in der unmittelbaren Umgebung des Ringes nach 5080 Sekunden völlig verdunstet. — Das Leben der Flechten ist, wie bekannt, ein beständiger Wechsel zwischen Trocken- und Feuchtigkeitsperioden; während jener sind alle Lebenstätigkeiten unterbrochen, in diesen erwachen sie von neuem und dauern an, so lange das Wasser vorhält. Deshalb finden, um zu dem Beispiel der obigen Quarzplatte zurückzukehren, die Flechtenbestandteile längs der Linien a a' und b b' günstigere Bedingungen für ihre Entwickelung als an allen anderen Punkten, wozu als zweites kommt, daß die kleinen Thalli an diesen Stellen wie in Nischen fester sitzen als auf freier Oberfläche. Ein wirkliches Festwachsen auf dieser kommt nie vor. Für die auf dem Rittersgrüner Handstück lebenden Flechtenhyphen ist der Quarz eine völlig unangreifbare Substanz. Sie sowohl, als auch die Gonidienkomplexe stehen immer nur in loser Verbindung mit ihm; dem schwächsten Druck einer Präpariernadel nachgebend, lösen sie sich von ihrer Unter-

lage. Die Dünne der Quarzplatten, deren ich viele untersucht habe, erlaubte auch Betrachtung im durchfallenden Lichte und bei 200- bis 300facher Vergrößerung. Bei der Übertragung der hyphenbewachsenen Blättchen auf den Objektträger oder beim Umwenden zerbrachen sie leicht, und dann lösten sich feine und dickere Fäden wie von selbst von den Bruchstücken, an denen sie vorher gehaftet hatten, los. Nie konnte ich dann die geringste Spur einer Ätzung wahrnehmen.

Dieselben Hyphen, die sich in Glimmer einfressen und ihn korrodieren und die den Granat zu einer gelben, lehmartigen Masse zersetzen, sind nicht imstande, ein Reagenz von solcher Schärfe abzusondern, daß der Quarz darin gelöst würde. STAHLECKER[1]) spricht von Fluor. Demnach wird man gut tun, auch für die chemische Zerlegung der Granaten mildere und allgemein verbreitete Reagenzien anzunehmen, das sind Wasser, Sauerstoff und Kohlendioxyd. Wie man die Entstehung des Kaolins aus Orthoklas durch die Einwirkung der drei genannten Reagentien erklärt, so muß das auch für die Zersetzung der Granaten erlaubt sein. Die beschleunigende Wirkung der Flechtenbestandteile würde dann darin bestehen, daß sie in befeuchtetem Zustand und vom Lichte beschienen infolge der Kohlenstoffassimilation Sauerstoff und bei Mangel an Licht infolge der Atmung Kohlendioxyd abgeben. In der Umgebung von Flechten ist das Wasser an diesen beiden Gasen reicher als Regenwasser und darum chemisch wirksamer.

Eine eingehende Besprechung des Flechtengewebes ist entbehrlich, da es von durchaus typischer Beschaffenheit ist und weil die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Art in Ermangelung von Apothecien nicht ermittelt werden konnte. Von Vermehrungsorganen waren nur zweierlei Pykniden zu finden: kleine, von etwa 60 μ Durchmesser, rundlicher Gestalt und mit grünlicher Wandung, sowie große von 100 bis 140 μ Durchmesser mit farbloser Wandung. Jene bringen kurzstabförmige, gerade Konidien von 4 bis 6 μ Länge und knapp 1 μ Dicke hervor, diese dagegen große, bogenförmige, bisweilen auch S-förmig gestaltete, die 1 μ dick und an der Sehne gemessen 16, längs des Bogens geschätzt 23 μ lang sind. Sie gleichen vollständig denen, die von GÜCK[2]) zum Placodiumtypus gerechnet und auf S. 54 und 55 seiner Ab-

1) E. STAHLECKER, a. a. O., S. 36.

2) H. GLÜCK, Entwurf zu einer vergleichenden Morphologie der Flechten-Spermogonien. Heidelberg 1899.

handlung in Figur 28b und 29b abgebildet werden. — Der grüne Farbstoff in der Wandung der kleinen Pykniden weist alle Reaktionen des Lecideagrüns[1]), das bisher in Pyknidenwandungen überhaupt noch nicht gefunden worden ist, auf. Es läßt sich demnach nichts weiter feststellen, als daß sich zweierlei Flechtenanfänge auf der Rittersgrüner Glimmerschieferplatte ausbreiten, oft dicht nebeneinander vegetierend. Auf den Granaten bilden sie Kappen von flach blumenkohlartiger Gestalt, keineswegs aber in Form eines kontinuierlichen Lagers, das heißt: viele kugel- und kuppenförmige Thallusstücke sind durch einzelne flach plattenartige miteinander verbunden. Beide enthalten dreierlei Gewebeteile: die chlorophyllgrünen Gonidien bilden die mächtigste Schicht, die von einer höchstens 8 μ dicken vielfach unterbrochenen Rinde aus braunwandigen Zellen bedeckt wird. Die dem Substrat aufliegenden und die Gonidienschicht durchsetzenden zarten, farblosen Hyphen von nur 1—2 μ Dicke sind selten zu einer Markschicht zusammengeschlossen, breiten sich als Vorlager auf dem Gestein aus, dringen in die Granaten ein, durchsetzen deren Verwitterungsprodukte und erfüllen die Glimmerblättchen des Grundes.

Daß die beiden Flechtenarten noch nicht bis zur Entwickelung von Apothecien gelangt sind, ist aber insofern bedeutungsvoll, als es zeigt, wie jung die Besiedelung ist und wie stark die chemische Einwirkung der Flechtenhyphen gewesen sein muß, daß sie die Granaten in so kurzer Zeit so stark zersetzen konnten.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind, kurz zusammengefaßt, folgende:

1. Granat wird durch Flechtengewebe verhältnismäßig schnell zu einer lehmähnlich aussehenden, gelben, feinkörnigen Masse zersetzt.
2. Die Flechtenbestandteile dringen von dem Rande der Granaten bald bis zur Tiefe des Grübchens, in dem sie sitzen, und ergreifen, dort angekommen, mit Begierde den Glimmer. Seltener breiten sie sich vom Rande auch über die ganze Oberfläche der Granaten aus.
3. Die Ausbreitung der Flechten auf dem Gestein richtet sich bloß darnach, wo sie die meiste Feuchtigkeit und Gelegenheit zum Festheften finden.

1) E. Bachmann, Über nicht kristallisierte Flechtenfarbstoffe. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXI, S. 18.

4. Der Quarz ist für beide Flechten der Rittersgrüner Glimmerschieferplatte eine völlig unangreifbare Substanz.
5. Ob andere Flechten den Quarz korrodieren, kann nur durch unzweideutige Ätzspuren entschieden werden. Um diese zu erkennen, ist Untersuchung bei durchfallendem Licht und wenigstens zweihundertfacher Vergrößerung erforderlich.
6. Die beschleunigte chemische Einwirkung der Flechten auf die Silikate kann am einfachsten durch die in der Nähe des Flechtengewebes stattfindende vermehrte Abgabe von Sauerstoff und Kohlendioxyd erklärt werden.

Plauen i. V.

33. Fr. Jesenko: Einige neue Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen.

(I. Mitteilung.)

(Aus dem Institute für Pflanzenzüchtung der Hochschule für Bodenkultur in Wien.)

(Mit Tafel XII.)

(Eingegangen am 7. Mai 1911.)

I.

Die jährliche Ruheperiode der Holzgewächse ist sowohl in theoretischer als auch praktischer Hinsicht von großem Interesse, da jeder Fortschritt in der Aufklärung der noch wenig bekannten Verhältnisse der Ruhezeit in der Frühtreiberei unmittelbar nutzbringend angewendet werden kann.

In unseren Gegenden fällt die Ruhezeit der Holzgewächse bekanntlich in die Wintermonate und es wäre naheliegend anzunehmen, daß diese jährliche Wiederkehr einer partiellen oder totalen Wachstumshemmung ausschließlich durch die tiefen Temperaturen des Winters bewirkt werde und demnach in rein äußerlichen Verhältnissen ihren Grund habe. Genauere Untersuchungen zeigen jedoch, daß das Verhältnis der Ruheperiode zur Außenwelt kein so einfaches ist. So machen beispielsweise Eichen und Buchen auch bei fortgesetzter Kultur in warmen, gleichmäßigen Klimaten

(Madeira) jährlich die Ruheperiode ganz ähnlich wie bei uns durch, obwohl die mittlere Temperatur des kältesten Monates nicht unter 15 ° C beträgt (JOST). Eingetopfte Sträucher von Flieder, *Prunus triloba* u. a., im Frühherbst ins Warmhaus gestellt, treiben nach alter gärtnerischer Erfahrung trotz einer gleichmäßigen Temperatur (15—25 ° C) nicht aus, während vom Monate Dezember an das Treiben stets von Erfolge begleitet ist, wenn auch im Freien sich erst mehr als 3 Monate später die Knospen zu öffnen beginnen.

In der winterlichen Ruheperiode ist demnach eine durch die Organisation der Pflanze bedingte Ruhepause von der durch klimatische Verhältnisse hervorgerufenen Wachstumshemmung scharf zu trennen. Die erstere — eigentliche Ruhe (JOHANNSEN), autogene Ruhe (PFEFFER), Ruhe (MOLISCH) — ist es, die unser ganzes Interesse beansprucht, da die durch äußere Umstände bedingte Wachstumshemmung in der Frühtreiberei praktisch kaum in Betracht kommt. Wir werden auch im folgenden unter Ruhe, wo nicht anders bemerkt, stets die autogene Ruhe zu verstehen haben.

Von einer definitiven Aufklärung der Ursachen, die die Ruhe bedingen, sind wir bei dem gegenwärtigen Stande der Forschung auf diesem Gebiete noch weit entfernt. Mag die periodische Ruhe unserer Holzgewächse ein erblich überkommener Rhythmus oder eine spezifische mit dem Stoffwechsel innig verknüpfte Erscheinung sein, unbeeinflußbar ist sie nicht. Es ist nämlich heute bereits eine Reihe von Mitteln bekannt, wodurch sie verschoben, abgekürzt, ja für eine gewisse Zeit ganz ausgeschaltet werden kann:

Im Frühsommer entblätterte Zweige von Flieder (JOHANNSEN, MOLISCH) treiben wieder aus und entwickeln Sprosse und Blätter aus Knospen, die normal den ganzen Spätsommer, Herbst und Winter in Ruhe verharren sollen. MÜLLER-THURGAU brachte Kartoffelknollen durch lange andauernde Kältewirkung zu ungewöhnlich zeitigem Austreiben. Im Jahre 1901 sind JOHANNSENs überraschende Resultate der Versuche, durch Ätherdämpfe die Ruhe gewisser Pflanzen zu brechen, bekannt geworden. MOLISCH hat an einer großen Anzahl von Versuchen den Einfluß des warmen Luft- und Wasserbades auf die Ruhe verschiedener Holz- und Zwiebelgewächse studiert und dargetan, daß durch die Warmbadmethode die Ruhe oft um mehrere Wochen abgekürzt werden kann. Nach Untersuchungen von BOS ist auch durch galvanische Ströme eine Abkürzung der Ruhe erreichbar.

Meine Versuche gingen dahin, die Wirkung von verdünntem Alkohol, verdünntem Äther und reinem Wasser auf das Austreiben

der Knospen abgeschnittener Zweige kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke wurden die Zweige mit der jeweiligen Lösung injiziert (resp. in dieselbe eingelegt). Die Injektion geschah in den vorliegenden Versuchen vornehmlich an der Schnittfläche mit Hilfe eines (Taf. XII, Fig. 1) zur Einpressung von Flüssigkeiten in abgeschnittene Sprosse eigens konstruierten Luftkessels (JESENKO).

Mit der Handluftpumpe wurde bei geschlossenen Hähnen der Druck im Kessel auf eine Atmosphäre gebracht. Die mit dem Kessel in Verbindung stehenden Glasröhren wurden mit Alkohol und Ätherlösung bzw. Wasser gefüllt, an ihr freies Ende mittelst eines kurzen Vakuumschlauches die Zweige angesetzt und mit Drahtklemmen befestigt. Luftblasen, die sich oft zwischen das abgeschnittene Zweigende und die Flüssigkeit einschoben, konnten durch Klopfen an das Glasrohr leicht zum Steigen gebracht und von der Aufsaugungsfläche entfernt werden. Nun öffnete man die Hähne und die komprimierte Luft preßte unter konstantem Druck von einer Atmosphäre die Lösung in die Zweige hinein. Alkohol wurde in folgenden Konzentrationen angewendet: 20 %, 10 %, 5 %, 1 % und 0,1 %. Die Ätherkonzentration war: 10 %, 5 %, 1 %, 0,1 %, 0,01 %. Wasserinjektionen geschahen mit abgestandenem Hochquellenwasser. Da es sich in meinen Versuchen um eine möglichst rasche Durchtränkung des Zweiges mit der entsprechenden Lösung handelte, wurde meist die Terminalknospe abgebrochen, und dadurch erreicht, daß die Flüssigkeit rasch den ganzen Zweig passierte. Lösungen aller oben angegebenen Konzentrationen wurden immer in mindestens drei Zweige eingepreßt und diese dann nach der Abmontierung mit dem unteren Ende in Wassergläser gestellt und ins lichte Warmhaus (18—25 ° C) gebracht.

Eine Reihe von Zweigen verschiedener Holzgewächse wurde im Warmhause vor dem Austreiben vom Schimmel befallen und ging ein. So gelang es mir heuer trotz wiederholter Versuche nicht, Zweige von *Acer pseudoplatanus*, *Quercus pedunculata* u. a. im tiefen Winter länger als 3 Wochen gesund zu erhalten. Es sollen auch hier nur die wichtigsten Versuche des letzten Winters wiedergegeben werden; die Herbstversuche haben eine Unterbrechung erfahren und sollen demnächst wiederholt werden.

II.

Versuche.

Syringa vulgaris. Am 20. Dezember wurde in 40—50 cm lange Zweige 20 %, 10 %, 5 %, 1 %, 0,1 % Alkohol, 10 %, 5 %,

1 %, 0,1 %, 0,01 % Äther und abgestandenes Hochquellenwasser eingepreßt. Ergebnis: Alle injizierten Zweige sind in der Knospenentfaltung hinter den nicht behandelten zurückgeblieben. Nach 3 Wochen waren die Knospen der nicht behandelten Zweige bereits schön entwickelt, während die injizierten Zweige in dieser Zeit kaum die Knospenschuppen abhoben. 20 %, 10 %, 5 % Alkohol, 10 %, 5 %, 1 % Äther hemmte die Knospenentwicklung vollständig; an den mit 0,1 % und 0,01 % Äther, 1 %, 0,1 % Alkohol und Wasser injizierten Zweigen brachen innerhalb 3 Wochen wohl einige Blätter hervor, die weitere Entwicklung blieb aber sehr bald aus. Die Kontrollzweige dagegen zeigten bereits nach 3 Tagen eine deutliche Knospenbrechung und trieben nach 3 Wochen Blätter und Blütentrauben aus, die sich bis Ende Januar frisch erhielten.

Forsythia suspensa.

21. Dezember. Die Konzentration der Alkohol- und Ätherlösung war dieselbe wie bei *Syringa*. Die Einpressung von 20 %, 10 %, 5 % Alkohol, 10 %, 5 %, 1 % Äther sistierte die Knospenentwicklung. Auch Wasser und ganz verdünnter Alkohol und Äther hemmte die Entfaltung der Knospen. Die nicht behandelten Zweige trieben in 15 Tagen die Blüten aus.

Prunus triloba.

Injektionen wie oben. Zeit: 23. Dezember. Resultat: Die Kontrollzweige trieben am raschesten aus; sehr verdünnter Alkohol und Äther wirkten hemmend auf die Entwicklung der Knospen. Nach Einpressung von 20 %, 10 %, 5 % Alkohol und 10 %, 5 %, 1 % Äther blieben die Knospen vollständig stecken.

Robinia Pseudacacia.

Am 7. Januar wurden Zweige von *Robinia Pseudacacia* mit 20 %, 10 %, 5 %, 1 %, 0,1 % Alkohol und 5 %, 1 %, 0,1 %, 0,01 % Äther und abgestandenem Wasser injiziert. Am 20. Januar war an den mit 0,1 %, 0,01 % Äther und 5 %, 1 % Alkohol injizierten Zweigen eine beginnende Knospenbrechung wahrzunehmen, während alle anderen Zweige um diese Zeit noch keine Knospenentwicklung aufwiesen. Erst am 19. Februar begannen an den Kontrollzweigen die Knospen aufzubrechen.

In den folgenden Tabellen sind die Verhältnisse der Knospenentwicklung übersichtlich dargestellt; die Beobachtungen sind nur von Woche zu Woche angeführt, wodurch ohne der Genauigkeit viel Abbruch zu tun, ein besserer Überblick erreicht wird.

Robinia Pseudacacia.

Eingepreßte Flüssigkeit	Beginn des Versuches 7. Januar	Beobachtungszeit 14. Jan.	21. Januar	28. Januar	4. Februar	11. Februar	Anmerkung
Alkohol 20 %	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 10 %	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 5 %	—	—	deutl. Knospenbr.	Blattspitzen	(durch Schnecken-	—	—
Alkohol 1 %	—	—	beginn. Knospenbr.	Blattspitzen	fraß beschädigt)	—	—
Alkohol 0,1 %	—	—	—	—	—	—	—
Äther 10 %	—	—	—	—	—	—	photographiert am 12. Februar s. Taf. XII, Fig. 7
Äther 5 %	—	—	—	—	—	—	
Äther 1 %	—	—	—	deutl. Knospenbr	kurze Blätter	Blätter	
Äther 0,1 %	—	—	deutl. Knospenbr.	Blattspitzen	Blätter	Blätter	
Äther 0,01 %	—	—	—	Knospenschwellung	Blattspitzen	kurze Blätter	
Wasser . .	—	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenbrechung	
keine Injektion	—	—	—	—	—	—	

Populus canadensis.

Eingepreßte Flüssigkeit	Beginn des Versuches 8. Januar	Beobachtungszeit 15. Jan.	22. Januar	29. Januar	5. Februar	12. Februar	Anmerkung
Alkohol 20 %	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 10 %	—	—	beg. Knospenschw	Knospenentfaltung	Blattspitzen	Blattspitzen	—
Alkohol 5 %	—	—	(Zweige von Pilzen befallen)	—	—	—	—
Alkohol 1 %	—	—	beg. Knospenentw.	Knospenentfaltung	Blattspitzen	Blätter	—
Alkohol 0,1 %	—	—	—	Knospenschwellung	fortschr. Entwickl.	Blattspitzen	—
Äther 5 %	—	—	—	—	—	—	photograph. am 12. Febr. s. Taf. XII, Fig. 5
Äther 1 %	—	—	—	Knospenentwickl.	(eingegangen)	—	
Äther 0,1 %	—	—	Knospenschwellung	„	Blattspitzen	Blätter	
Äther 0,01 %	—	—	„	Entfaltung der Kn.	„	„	
Wasser . . .	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenentfaltung	Blattspitzen	
keine Injektion	—	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenentfaltung	

Vitis vinifera.

Eingepreßte Flüssigkeit	Beginn des Versuches 19. Januar	Beobachtungszeit 26. Jan.	2. Februar	9. Februar	16. Februar	23. Februar	Anmerkung
Alkohol 20 %	—	—	—	—	—	—	1
Alkohol 10 %	—	—	—	Knospenbrechung	Knospenentfaltung	eingegangen	1
Alkohol 5 %	—	—	Knospenbrechung	Knospenentfaltung	Blattspitzen	Blätter	1
Alkohol 1 %	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenentfaltung	„	1
Alkohol 0,1 %	—	—	—	„	„	„	1 u. 2 photographiert am 26. Febr. s. Taf. XII, Fig. 4.
Äther 5 %	—	—	—	—	—	—	
Äther 1 %	—	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	Knospenentfaltung	
Äther 0,1 %	—	—	beginnende Knospenbrechung	Knospenentfaltung	Blattspitzen	Blätter	
Äther 0,01 %	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenentfaltung	Blattspitzen	
Wasser . . .	—	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	„	2
keine Injektion	—	—	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	2

Populus balsamifera.

Eingepreßte Flüssigkeit	Beginn des Versuches 17. Januar	Beobachtungszeit 24. Jan.	31. Januar	7. Februar	14. Februar	21. Februar	Anmerkung
Alkohol 20 %	—	—	—	—	—	—	
Alkohol 10 %	—	—	Knospenentwickl.	Knospenentfaltung	Blätter	Blätter	
Alkohol 5 %	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	Knospenentfaltung	Blattspitzen	Photographiert am 18. Febr. s. Taf. XII, Fig. 3.
Alkohol 1 %	—	—	—	„	„	„	
Alkohol 0,1 %	—	—	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	
Wasser . .	—	—	—	—	—	„	
keine Injektion	—	—	—	—	—	„	

Acer campestre.

Eingepreßte Flüssigkeit		Beginn des Versuches 16. Januar	Beobachtungszeit 23. Jan.	30. Januar	6. Februar	13. Februar	20. Februar	27. Februar
Alkohol	20 %	—	—	—	—	—	beginnende Knospenbrechung	weitere Entwickl. ist unterblieben
	10 %	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	fortschreitende Entwickelung	Knospenentfaltung	Blattspitzen
	5 %	—	—	beginnende Knospenentwickl.	Knospenentfaltung	Blattspitzen	Blattspitzen	„
	1 %	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	Knospenentfaltung	„	„
	0,1 %	—	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenentfaltung	„
Äther	5 %	—	—	—	—	—	—	—
	1 %	—	—	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenentfaltung
	0,1 %	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	Knospenentfaltung	Blattspitzen	Blattspitzen
	0,01 %	—	—	—	„	„	„	„
Wasser . . .		—	—	—	—	Knospenschwellung	Knospenentfaltung	„
keine Injektion		—	—	—	—	—	beginnende Knospenentwickl.	Knospenentfaltung

III.

Eine Übersicht der in den vorstehenden Tabellen angeführten Verhältnisse nach Injektionen in Zweige verschiedener Holzgewächse zeigt uns, daß in gewissen Konzentrationen sowohl Alkohol als auch Äther und selbst reines Wasser einen vorteilhaften Einfluß auf das Treiben auszuüben vermögen. Für Alkohol liegt die optimale Konzentration zwischen 1 % und 10 %, während 20 % Alkohol durchwegs schädlich, in den meisten Fällen direkt tödlich auf die Knospen wirkt. Das Optimum für Äther liegt zwischen 1 % und 0.01 %; 10- und 5prozentige Lösung ist von tödlicher Wirkung.

Wenn nun die in den Tabellen verzeichneten Resultate mit den Ergebnissen der Injektionen von *Syringa vulgaris*, *Forsythia suspensa* und *Prunus triloba* verglichen werden, so fällt es vor allem auf, daß in letzterem Falle Alkohol und Ätherinjektionen bereits in einer Konzentration schädlich wirken, die bei *Robinia*, *Acer* usw. eine entschiedene Beförderung des Austreibens nach sich führen. Eine spezifisch schädliche Wirkung von Alkohol und Äther gerade bei *Syringa*, *Prunus* und *Forsythia* vorauszusetzen, ist nicht leicht einzusehen, ebenso konnte eine eventuelle Schädigung durch Einpressen der Lösung unter Druck nicht allein auf diese drei Sträucher beschränkt bleiben, sondern sich auch bei den in den Tabellen angeführten Zweigen äußern, was jedoch durchaus nicht der Fall war.

Dieses verschiedene Verhalten der erstgenannten Sträucher wird aber sofort verständlicher, wenn wir den Zeitpunkt der Injektionen in Betracht ziehen. *Syringa*zweige wurden am 20. Dezember, *Forsythia* am 21. Dezember, *Prunus triloba* am 23. Dezember injiziert. Um diese Jahreszeit fangen die erwähnten Sträucher, wie an Kontrollzweigen konstatiert wurde, im Warmhaus bereits nach 2—3 Tagen an zu treiben. *Robinia*- und *Acer*zweige dagegen begannen unter gleichen Verhältnissen erst viele Wochen später ihre Knospen zu öffnen. Das rasche Austreiben von *Syringa*, *Forsythia*, *Prunus* sprach dafür, daß die Ruhe dieser Sträucher Mitte Dezember schon vorüber war und daß nur noch eine Wachstumshemmung durch ungünstige Vegetationsbedingungen vorlag, die jedoch im Warmhaus behoben wurde. *Robinia Pseudacacia*, *Vitis vinifera*, *Acer campestre* usw. schienen jedoch um diese Zeit noch in Ruhe zu verharren. Verdünnter Alkohol und Äther resp. Wasser vermögen demnach wohl die Ruhe abzukürzen, sie wirken aber auf Knospen, die bereits aus der Ruhe getreten sind, schädlich, so daß Knospenentfaltung verzögert bzw. ganz unterbunden wird.

Wenn die schädigende Wirkung der Injektion lediglich darauf zurückzuführen ist, daß die Zweige zur Zeit der Injektion bereits aus der Ruhe getreten sind, müßte auch bei den noch in Ruhe verharrenden Zweigen ein Zeitpunkt zu gewärtigen sein, wo Alkohol-, Äther- und Wasserinjektionen nicht mehr fördernd, sondern schädigend auf das Austreiben einwirken. Um mich davon zu überzeugen, wurden *Robiniazweige* vom 18. Januar an serienweise alle 8 Tage mit den optimalen Alkohol- und Ätherlösungen injiziert. Es zeigte sich, daß 1 % Alkohol und 0,1 % Äther bis zum 15. Februar die Knospenentwicklung förderten, von da an aber die Entfaltung schädigten. Ähnliche Verhältnisse wurden bei *Acer campestre* gefunden. Am 6. Februar wurde mit 5prozentigem Alkohol das Austreiben noch beschleunigt, vom 1. März an wirkte aber dieselbe Alkoholkonzentration verzögernd auf die Knospenentwicklung[1]).

Es bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten, zu prüfen wie sich andere Gewächse in dieser Beziehung verhalten und ob dieselbe Spezies je nach Standort und innerer Organisation Abweichungen aufweist.

Carpinus-betulus-Zweige, die anfangs Februar aus dem Walde geholt und injiziert wurden, zeigten beispielsweise das merkwürdige Verhalten, daß diejenigen Zweige, die an der Peripherie des Baumes abgeschnitten wurden, auf 5prozentige Alkoholinjektion hin rascher als ebensolche Kontrollsprosse austrieben. Von den Zweigen des Unterholzes desselben Baumes entfalteten aber die behandelten ihre Knospen langsamer als die nicht behandelten[2]).

Worin die Wirkung der Einpressung von verdünnter Alkohol-, Ätherlösung und Wasser beruht, ist bei der geringen Kenntnis, die wir heute über die Vorgänge in der Pflanze während und nach der Ruhe besitzen, noch nicht zu entscheiden.

MÜLLER-THURGAU erklärt sich den Übergang aus der Ruhe in die Tätigkeit dadurch, daß zu Ende der Ruhe "hydrolytische

1) Auch JOHANNSEN führt an, daß die Wirkung von Ätherdämpfen auf Flieder im Monate Dezember keine Beschleunigung des Austreibens nach sich zieht und MOLISCH fand um so geringere Unterschiede der gebadeten und ungebadeten Zweige, je mehr die Ruheperiode ausklingt.

2) Die neuausgetriebenen Sprosse blieben an injizierten Zweigen im Längenwachstum stark zurück, während sich die Blattflächen kräftig entwickelten. Auch bei *Syringa vulgaris* (10. Januar) wurde beobachtet, daß nach Injektionen mit 0,1prozentigem Äther wohl das Längenwachstum der Knospen, nicht aber die Entwicklung der einzelnen Blüten, die zwischen kaum abgehobenen Knospenschuppen hervorbrachen, schädlich beeinflußt wurden (Taf. XII, Fig. 6).

Vorgänge in der Zelle gegenüber den Kondensationen in den Vordergrund treten; daß also Stärke in Zucker umgewandelt wird und sobald genügende Menge Invertzucker vorhanden ist, die Pflanze austreiben kann. Dieser Anschauung schloß sich auch JOHANNSEN mit gewissen Beschränkungen an und meint, daß die Wirkung des Ätherdampfes auf die Abkürzung der Ruhe in der Beseitigung irgend einer Wachstumshemmung beruhe. MOLISCH glaubte ursprünglich auf Grund seiner Versuche mit dem Warmbade, daß die Gewebe mit Wasser durchtränkt werden und dadurch eine Förderung der Entwicklung erzielt wird, ging aber nach den Prüfungen über geringe Durchlässigkeit der Knospen für Wasser davon ab und sieht in der Wirkung des warmen Wassers eine Reizwirkung, die im Sinne JOHANNSENs eine Wachstumshemmung ausschaltet.

Diesen Anschauungen folgend, dürfte man auch in den vorliegenden Fällen annehmen, daß Alkohol- und Ätherlösungen, wie auch Wasser eine Reizwirkung auf ruhende Knospen auszuüben vermögen, wobei in unserem Falle auch die Durchtränkung der Gewebe (MOLISCH-Warmbadmethode) in Betracht kommen könnte. Dabei ist nach den vorliegenden Versuchen die Wirkung dieser Lösungen eine zweifache: eine günstige — zur Zeit der Ruhe, in welcher die Entwicklungsprozesse in den Knospen erst eingeleitet werden, und eine schädliche — nach Ablauf der Ruhe, wenn nur mehr äußere Verhältnisse das Wachstum zurückhalten.

Es möge hier noch kurz Erwähnung finden, daß auch ein mehrstündiges Bad von Zweigen in verdünnter Alkohollösung das Austreiben zu beschleunigen vermag. Zweige von *Quercus pedunculata* wurden Ende Januar in 10prozentige Alkohollösung eingelegt, darin 5—48 Stunden belassen und darauf in Wassergläser und ins Warmhaus gestellt. Zweige, die 14 Stunden im Alkohol gebadet wurden, trieben am frühesten aus.

Ferner wurden Versuche gemacht mit Hilfe einer PRAVAZschen Spritze verdünnte Alkohol- und Ätherlösung, $^1/_{10}$ % NaCl $^1/_{1000}$ % $ZnSO_4$ und Wasser in einzelne Knospen zu injizieren. Injektionen (24. Januar) mit 5 % Alkohol und Wasser in Knospen von *Carpinus betulus* beschleunigten sichtlich das Austreiben derselben (siehe Taf. XII, Fig. 2). Dabei schien bereits der bloße Einstich mit der PRAVAZschen Spritze die Knospenentwicklung

anzuregen[1]). Das Verhalten von NaCl war indifferent, während $^1/_{1000}$ % $ZnSO_4$ die Knospen schädigte.

Versuche, Zweige in verschiedenen Lösungen zu baden und einzelne Knospen zu injizieren, konnten wegen vorgerückter Jahreszeit nicht mehr fortgesetzt werden sollen aber demnächst wieder aufgenommen werden.

Literaturnachweis.

Bos, Wirkung galvanischer Ströme auf Planzen in der Ruheperiode. Biolog. Zentralbl. 1907, Bd. XXVII, Nr. 21.

Jesenko, Versuche über die Turgeszenzdauer abgeschnittener Pflanzensprosse. Öst. bot. Zeitschr. 1910, Nr. 9.

Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1908.

Johannsen, 1. Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. Jena 1900. 2. Über Rausch und Betäubung der Pflanzen Naturwissensch. Wochenschrift 1902, Nr. 9.

Molisch, Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). Sitzungsb. d. k. k. Akad. d. Wiss. in Wien 1908, Bd. CXVII, Heft I und 1909 Bd. CXVIII, Heft VI.

Müller-Thurgau, Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen. Landw. Jahrbücher 1885, Bd. XIV.

Pfeffer, Pflanzenphysiologie. Bd. II.

Erklärung der Tafel XII.

Fig. 1. Druckkessel zum Einpressen von Flüssigkeiten in abgeschnittene Zweige.

Fig. 2. *Carpinus betulus* Einzelne Knospen mit Hilfe der Pravazschen Spritze mit 5 % Alkohol injiziert (24. Januar). Die injizierten Knospen sind nach Ablauf von 20 Tagen doppelt so lang wie die nicht behandelten.

Fig. 3. *Populus balsamifera.* Die Entwicklung der am 17. Januar mit (I) 20 % (II) 10 %, (III) 5 %, IV) 1 % Alkohol, (V) mit Wasser injizierten Zweige nach 4 Wochen.

Fig. 4. *Vitis vinifera.* Die Zweige wurden am 19. Januar mit Alkohollösung injiziert; (I) 20 % (II) 10 % (III) 5 % (IV) 1 %. (V) Wasser, (VI) keine Injektion. Am 26. Februar wurden die Zweige photographiert.

Fig. 5. *Populus canadensis.* Am 8. Januar mit (I) 1 % (II) 0,1 %. (III) 0,01 % Äther und (IV) mit Wasser injizierte Zweige. Photographiert am 12. Februar.

[1]) Während der Drucklegung habe ich erfahren, daß kürzlich von Prof. H. Molisch in der Akademie der Wissenschaften in Wien eine Arbeit von Dr. Weber: „Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen, beziehungsweise Injektion derselben durch Wasser (Verletzungsmethode)" vorgelegt wurde. Nach dieser Mitteilung ist Weber bezüglich der Injektion einzelner Knospen durch Wasser und Verletzung derselben mit einer Nadelspitze zu ähnlichen Resultaten wie ich gekommen.

Fig. 6. *Carpinus betulus* und *Syringa vulgaris*. Die Zweige sind zu Beginn des Versuches (11. Februar) bereits aus der Ruhe getreten. Links ein mit 5 % Alkohol injizierter, daneben ein nicht behandelter Zweig von *Carpinus betulus* nach 28 Tagen. Die parallelen Striche zeigen die ungleiche Verlängerung der Sprosse während dieser Zeit an. Rechts ein Zweig von *Syringa vulgaris* mit 0,1 % Äther injiziert (12. Februar). Das Längenwachstum der Knospen stockte, doch brachen einzelne Blüten hervor.

Fig. 7. *Robinia Pseudacacia*. In die Zweige wurde am 7. Januar (I) 5 % (II) 1 % (III) 0,1 % (IV) 0,01 % Äther, (V) Wasser eingepreßt; (VI) erhielt keine Injektion. Photographiert am 1. Februar (38 Tage).

34. Vladimír Úlehla: Die Stellung der Gattung Cyathomonas From. im System der Flagellaten.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 14. Mai 1911.)

Cyathomonas truncata From. (Bütschli), die einzige Spezies der Gattung, wurde von BÜTSCHLI[1]) zu den Cryptomonaden gerechnet; neuerdings wird sie zu den Amphimonadaceae gestellt (SENN[2]), HARTMANN und CHAGAS[3]), LEMMERMANN[4]); einige Beobachtungen, die ich gelegentlich einer Studie über die Bewegungen der Geißeln machte, überzeugten mich von der Richtigkeit der BÜTSCHLIschen Ansicht.

Die Cryptomonadina stellen eine eigene und natürliche Gruppe der Flagellata vor, die eine hohe Organisation besitzt. LEMMERMANN[4]) teilt sie in zwei Familien, von denen für uns nur die Chilomonadaceae in Betracht kommen. Sie sind durch zwei Geißeln ausgezeichnet. Hierher gehören die Gattungen *Cryptomonas*, *Chilomonas*, *Rhodomonas*, *Cyanomonas*, *Chroomonas* usw. Sie stimmen in allen wesentlichen Merkmalen überein, die wir an *Chilomonas* schildern wollen; ausführlichere Angaben findet man besonders bei BÜTSCHLI[5]), FISCH[6]) und PROWAZEK[7]); vergleiche auch die Text-

1) BÜTSCHLI, Protozoa in BRONN, Klassen und Ordnungen 1883—87.

2) SENN, Flagellata in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfamilien.

3) HARTMANN und CHAGAS, Memorias do Inst. Oswald Cruz 1910. Tomo II.

4) LEMMERMANN, Flagellata in Kryptogamenflora d. Mark Brandenburg 1910. Bd. III, Algen I.

5) BÜTSCHLI, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 30, S. 205, 1878.

6) FISCH, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 42, 1885.

7) PROWAZEK, Flagellatenstudien. Archiv für Protistenkunde. Bd. II, S. 195, 1903.

figur 1. Der Körper, dessen Länge in der ganzen Gruppe zwischen 15 und 45 μ schwankt, ist länglich, oval, und, was wichtig ist, abgeplattet, so daß sein Querschnitt nie ein Kreis ist. Das Vorderende ist mehr oder weniger schräg abgestutzt oder zweilippig. Durch diese Abstutzung wird eine lange und eine kurze Kante des Körpers bestimmt; die erstere nennen wir dorsal, die letztere ventral. Von der dorsalen oder ventralen Seite gesehen, erscheint der Flagellat schmal, in der Flankenansicht (Abb. 1 A-B) breit. Die dorsale und ventrale Seite weisen nie dieselbe Krümmung auf. Das Hinterende erscheint in der Flankenansicht manchmal seitlich zugespitzt oder gar der dorsalen Seite zu gebogen. Die beiden Flanken sind auch nicht gleich. Eine von ihnen, bei *Chilomonas* die linke, zeigt gewöhnlich eine tiefere Einschlitzung in der Schlundgegend.

Diese Gestalt ist durch die plasmatische Hautschicht bedingt, die nicht metabolisch ist. Die Hautschicht ist vielmehr fest, aber elastisch, wie ich an Individuen von *Cryptomonas, Chilomonas* beobachten konnte, die unter Sauerstoffmangel sich bis zu einer Kugel abrundeten und im frischen Wasser wieder die ursprüngliche Gestalt annahmen.

Zwischen den zwei Lippen des schräg abgestutzten Vorderendes befindet sich eine Mundöffnung, die sich in einen Schlund verlängert. Dieser endigt blind in einer sackartigen Erweiterung etwa in der Körpermitte. Er verläuft nicht geradlinig und läßt zwei Teile erkennen[1]). In dem oberen Teile sind einem Basalkorn[2])[3]) die Geißeln inseriert. Von dem Korn zieht sich dem Schlund entlang eine Rhizofibrille zum Kern. Vom Kern soll sie nach PROWAZEK weiter laufen bis zum Hinterende; das haben AWERINZEW, HARTMANN und CHAGAS und ich nicht bestätigen können. Der untere Teil des Schlundes ist mit Körnchen austapeziert, die in regelmäßigen Reihen liegen. Sie sollen nach STRASBURGER[4]) Stäbchen vorstellen; ich fand sie kugelig, besonders deutlich im Dunkelfeld, wo sie beim Zerfall des Körpers in die dilatierte, aus dem Körper ausgeschlüpfte und optisch völlig leer erscheinende Vacuole austreten, und sich in ihr entweder auflösen oder durch die Wand herausschießend als Spuren lange Fäden

1) FISCH, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 30, S. 205, 1878.

2) PROWAZEK, Flagellatenstudien. Archiv für Protistenkunde. Bd. II. S. 195, 1903.

3) AWERINZEW, Zoologischer Anzeiger. Bd. 31, S. 831, 1907.

4) STRASBURGER, Wirkung des Lichts und der Wärme auf Schwärmsporen. 1878.

hinterlassen, die von KÜNSTLER[1]) und von BÜTSCHLI schon beschrieben wurden. KÜNSTLER schrieb den Kügelchen eine komplizierte Struktur zu, die Fäden hat er als Trichocysten gedeutet.

Abb. 1. Abb. 2.

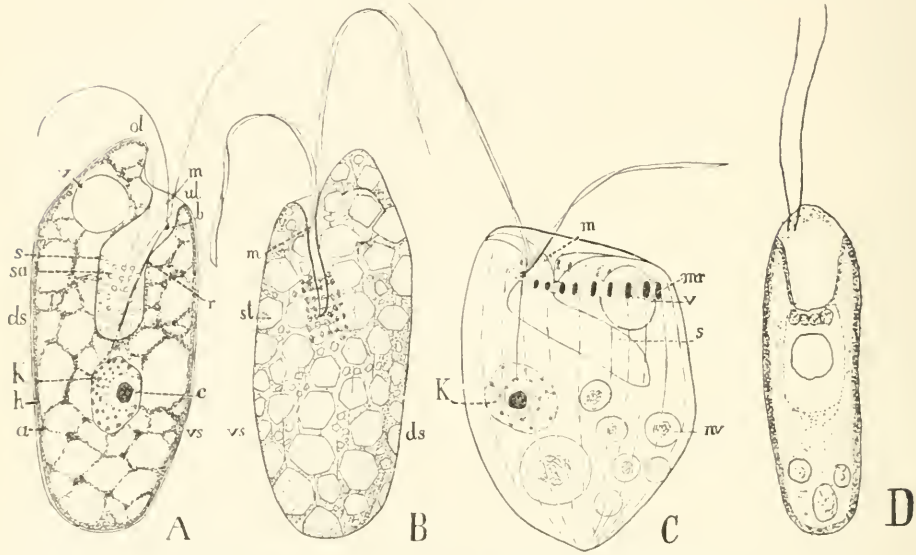


Abb. 1 A—B. *Chilomonas paramaecium, forma obtusa,* Flankenansicht. Original.
C. *Cyathomonas truncata,* Flankenansicht, Original.
A. Optischer Längsschnitt, rechte Flanke nach oben. Cand.-Bals. Präparat, fixiert mit $HgCl_2$ in abs. Alk., gefärbt mit Safranin-Lichtgrün. ZEISS, hom. Immers. $^1/_{12}$, Comp.-Ok. 12.
B. Lebendes Indiv. im Dunkelfeld. Linke Flanke mit Mundschlitz nach oben. Oberflächenansicht. ZEISS Apochr. 3 mm. Comp.-Ok. 18.
C. Kombiniert: a) Fibrillen und Geißeln nach einem lebenden Individuum im Dunkelfeld. ZEISS Apochr. 3 mm Comp.-Ok. 18. b) Körperform und Struktur nach einem mit OsO_4 fixierten und mit Fuchsin gefärbten Präparat. Winkel, homogene Immers. = 1,8 mm, Fluor-Ok. 4. c) Kernstruktur, den zentrifugalen Abbau zeigend, nach HARTMANN und CHAGAS hineingezeichnet. ds = Dorsalseite, vs = Ventralseite, h = Hautschicht, ol = Oberlippe, ul = Unterlippe, m = Mundöffnung, s = Schlund, b = Basalkorn, sa = Schlundauskleidung, r = Rhizofibrille (Centrodesmose), k = Kern, c = Caryosom, a = Alveolarschicht, st = Stärke, nv = Nahrungsvacuolen, mr = Mundring.
Abb. 2 D. *Cyathomonas truncata,* Seitenansicht; nach FISCH.

Die Geißeln sind nicht länger, gewöhnlich kürzer als der Körper. Ihren Querschnitt finde ich bandförmig, während er

1) KÜNSTLER, Contribution à l'étude des Flagelles. Bull. soc. zool. de France. VII. A., pag. 1, 1882.

von anderen Autoren als kreisförmig angegeben wird. Die Geißel hat meist ein kurzes Endstück (AWERINZEW); fehlte dies, so sah ich sie ohne Verjüngung schief abgestutzt. Die beiden Geißeln sind nicht gleich lang. Diese nicht unwichtige Tatsache ist von DAVIS[1]) für *Cyanomonas*, von FISCH und mir für *Chilomonas* festgestellt worden.

Bei den meisten Cryptomonaden liegen zwei plattenförmige, gebogene Chromatophoren von verschiedener Farbe dicht aneinander und nahe unter der Hautschicht. Stoffwechselprodukt ist Stärke. Auch die farblose *Chilomonas* führt Stärkekörner, die nach FISCH in kleinen Leukoplasten entstehen sollen.

Dem Vorderende genähert liegt eine einzige kontraktile Vacuole.

Der Kern liegt zentral. Nach PROWAZEK, dessen Angaben HARTMANN und CHAGAS und auch ich im Gegensatz zu den von AWERINZEW gemachten bestätigen konnten, ist er ein Caryosomkern mit stark entwickeltem Außenkern.

Das Caryosom soll nach HARTMANN und CHAGAS, die in ihm ein Centriol gefunden haben, nur noch eine lokomotorisch-generative Komponente vorstellen; doch ist diese Behauptung nach meiner Ansicht unsicher, da die Teilung sehr rasch vor sich geht und nicht genügend verfolgt wurde.

Die Körperteilung ist eine typische Längsteilung, der Schlund teilt sich, ebenso die Vacuole; die Geißeln regenerieren sich bei dem einen Tochterindividuum, das andere behält die alten.

Die Ernährung ist autotroph oder heterotroph (*Chilomonas*), nie animalisch. Der Schlund steht in dieser Beziehung sicher außer Funktion. Viele Cryptomonaden sind Bewohner von mehr oder weniger faulenden Infusionen und lieben Wärme (PFEFFER)[2]).

Die meisten Cryptomonaden schwimmen rasch mit dem Vorderende voran. Der Körper führt zwei Rotationen aus: eine, die Körperrotation um die Körperachse, die andere, die Bahnrotation, bestehend im Umschreiben einer Schraube um die ideale Richtungsachse. Dabei neigt die dorsale Lippe immer zur Seite (JENNINGS)[3]), und das Vorderende umschreibt deswegen einen größeren Kreis als das Hinterende. (Wegen analoger Bewegungen

1) DAVIS, Notes of the life history of a blue green motile cell. The Botanical Gazette. Vol. 19, p. 96, 1894.

2) PFEFFER, Unters. a. d. Botanisch. Institut zu Tübingen II. S. 594. Leipzig 1888.

3) JENNINGS, Das Verhalten der niederen Organismen. 1910. Dort Literatur.

siehe auch NAEGELI[1]) und PFEFFER[2]).) Auf einen äußeren Reiz hin geben Cryptomonaden eine typische Fluchtreaktion.

Bei schwacher Reizung beschreibt der Körper ohne zu rotieren breite Kreise mit dem Vorderende voran; wird die Reizung stärker, so erfolgt eine Schreckreaktion (JENNINGS), die darin besteht, daß der Körper mit dem Hinterende voran in einer Schraube mit Rotation zurückschwimmt. Ich sah diese Reaktion dadurch bedingt, daß die Geißeln sich nach vorn geradestreckten und in dieser Lage arbeiteten. Diese Fluchtreaktion kann sich in ein breites Kreisen ohne Rotation verwandeln, wobei das Hinterende vorangeht. Hierauf wird dann die normale Schwimmbewegung wieder aufgenommen. Damit ist die Fülle der Bewegungsarten längst nicht erschöpft, doch wollen wir uns auf diese wichtigsten beschränken.

Vergleichen wir mit den eben geschilderten Cryptomonaden die Gattung *Cyathomonas* (Fig. 1 C, 2 D).

Ihr Körper ist stark abgeplattet; das Vorderende schräg abgestutzt, das Hinterende zugespitzt. Die Krümmung der ventralen und der dorsalen Seite ist nicht gleich. Die linke Flanke zeigt vom Schlund her eine Einschlitzung, die rechte ist hoch gebogen. Eine feste, nicht metabolische Hülle umgibt den Körper. Am Vorderende, der dorsalen Seite genähert, liegt die Mundöffnung[3]). Hier sind zwei Geißeln einem Basalkorn inseriert, das durch eine Centrodesmose mit dem Kern verbunden ist. Die Geißeln sind etwa von halber Körperlänge, nicht ganz gleich, nach meinen Beobachtungen bandförmig, mit kurzem Endstück.

Die Mundöffnung ist von einem „Mundring" umgeben. Das ist eine verdichtete Plasmapartie, in der eine Reihe von eiförmigen Körnchen differenziert sind. FISCH gibt an der Stelle des Schlundes nur eine weichere Plasmamasse an, ich fand einen ausgesprochenen Schlund. Eine kontraktile Vacuole ist der ventralen Seite genähert. Der Kern liegt in der Mitte, der dorsalen Seite zu. Die Kernteilung haben HARTMANN und CHAGAS studiert und den Kern als einen typischen Caryosomkern gefunden; im Caryosom sind also beide Komponenten vereinigt. Doch fanden sie einen zentrifugalen Abbau des Caryosoms und den Außenkern im vegetativen Zustande stark mit Chromatin gefüllt. HARTMANN und CHAGAS finden im Kernbau den Grund zur Abtrennung der *Cyathomonas* von den Cryptomonaden.

1) NAEGELI, Beiträge zur wiss. Botanik. Leipzig 1860.
2) PFEFFER, Physiologie II. S. 699.
3) Wegen des Baues der Mundöffnung siehe bei FISCH.

Was weiter die Ernährung anbelangt, so fehlen Chromatophoren, und auch Stärke wird nicht gebildet. Der Protist ernährt sich animalisch mittelst seines Mundapparates. Ballen von Bakterien, Algenprotoplasten usw. finden sich in den Verdauungsvacuolen, die nach FISCH dem Hinterende zuwandern, von wo sie nach ausgeführter Verdauung wieder nach vorn gelangen und durch die Mundöffnung entleert werden. In der tierischen Ernährung und in dem Fehlen der Stärke finden SENN und LEMMERMANN[1]) den Grund zur Abtrennung von den Cryptomonaden.

Aus dieser Schilderung geht ohne Zweifel schon eine große Übereinstimmung zwischen Cryptomonaden und *Cyathomonas* hervor. Diese scheint mir noch vergrößert zu werden durch einige gelegentliche Beobachtungen, über die im folgenden berichtet werden soll.

Bei Studien im Dunkelfeld bemerkte ich feine Längsstreifung der Hautschicht; ich fand in der Breitenansicht etwa zehn strichförmige Streifen, die am Hinterende zusammenneigen und sich annähernd parallel dem Vorderende zuwenden. Bei *Chilomonas* habe ich dann eine ähnliche Streifung gesehen; nur war es nicht möglich, die einzelnen „Fibrillen" kontinuierlich zu verfolgen, da die Stärkekörner die Beobachtung störten. Hungernde Individuen waren am geeignetsten zu dieser Beobachtung. Die Streifen weisen auf eine komplizierte Struktur der Hülle hin, die derjenigen der Euglenencuticula zu vergleichen wäre. Ohne Dunkelfeld, auch mit Färbungen, habe ich diese Streifung nicht feststellen können.

Es zeigte sich weiter eine große Übereinstimmung in der Bewegung. *Cyathomonas* hat dieselbe normale Schwimmbewegung wie *Chilomonas*, nur neigt sie noch stärker der dorsalen Seite zu. Sie gibt eine typische Fluchtreaktion, indem sie entweder in breiten Kreisen ohne Rotation mit dem Vorderende voran schwimmt (diese Bewegung, bei der der Flagellat seine breite Seite dem Beobachter zukehrt, wird von den Autoren als normal angegeben), oder in eine Schreckreaktion übergeht, indem sie die Geißeln nach vorn schlägt, sie in dieser Lage behält und mit dem Hinterende voran davonschwimmt.

Eine andauernde Reizung führt zu einer Schädigung, zu Starre oder sogar Tod. Ich habe den Vorgang im Dunkelfeld verfolgt, wo die Individuen durch eine hohe Lichtintensität gereizt wurden und fand das Verhalten der beiden Gattungen genau gleich. Die Flagellaten antworten mit einer Fluchtreaktion, sie

1) Herr LEMMERMANN hatte die Güte, mir seine Ansicht brieflich mitzuteilen.

kreisen ununterbrochen, bis es endlich zum Abwerfen der Geißeln kommt, das plötzlich und bei einem scheinbar noch normal aussehenden Körper erfolgt. Ich sah aber bei diesem Prozeß eine überraschende Erscheinung, daß der *Chilomonas*-Körper mit einem plötzlichen Sprung aus dem Gesichtsfelde verschwand. Ich schrieb die Bewegung zuerst den Geißeln zu, konnte aber später sehr häufig beobachten, daß die Bewegung erfolgte, wenn die Geißeln schon abgeworfen waren. Der Körper macht heftige Sprünge, jeder von 1—2fachem Gesichtsfelddurchmesser (bei ZEISS Apochr. 3 mm) mehrmals hintereinander, und dabei erleidet er allmählich eine Kontraktion und Abrundung, wie ich sie früher bei *Cryptomonas* erwähnte. Dann bleibt er liegen und stirbt ab, was sich durch Zerfallserscheinungen kundgibt.

Dieselbe Erscheinung, wenn auch nicht so häufig, habe ich bei *Cyathomonas* im Dunkelfeld festgestellt.

In allen beobachteten Fällen sprang bei beiden Flagellaten der Körper immer in einer bestimmten Richtung, und zwar mit dem Hinterende voran in einem Bogen, an dessen Innenseite die ventrale Seite lag. Die Richtung ist dieselbe wie bei der Schreckreaktion.

Ich glaube, das ist der einzige sicher angegebene Fall[1]), wo sich ein Flagellatenkörper ohne Geißeln und ohne eine metabolische Kriechbewegung, lediglich durch eine einseitige, sozusagen musukuklöse, Kontraktion bewegt. Auf die Kontraktion der feinen Fibrillen, die ich bei den beiden Gattungen in der Hautschicht beobachtete, muß doch wohl diese Bewegung zurückzuführen sein, denn sie verlaufen in der Richtung des Sprunges.

Beim Studium der Bewegung konnte ich feststellen, daß sich die zwei Geißeln nicht gleich verhalten. Bei *Chilomonas* und bei *Cyathomonas* kann man dementsprechend eine ventrale und eine dorsale Geißel unterscheiden. Näheres berichte ich später.

Wenn wir jetzt die beiden Gattungen vergleichen, so finden wir viel mehr Übereinstimmung als Unterschiede. Den Mundring können wir ohne Mühe mit der Schlundauskleidung bei *Chilomonas* vergleichen. Es bleibt bei *Cyathomonas* die tierische Er-

1) BERTHOLD hat in seinen „Studien zur Protoplasmamechanik" S. 12 einen Fall von Schwimmbewegung ohne Geißeln bei Sporen und Spermatien der Bangiacee *Erythrotrichia* beschrieben. Die Schwärmer sind polar gebaut, die Bewegung ist oft „eine gleichmäßig fortschreitende, dann wieder ruckweise, äußerlich sehr an die der Diatomeen erinnernde". BERTHOLD führt sie auf eine physiologische Polarität des Körpers und einen mit ihr verbundenen Wechsel in der Oberflächenspannung zurück. Sie hat mit dem geschilderten Falle nichts Gemeinsames, zumal, da die Schwärmer nackt sind.

nährung, das Fehlen der Stärke und der Kernbau als Unterschied gegen andere Cryptomonaden.

Was die tierische Ernährung anbelangt, so bin ich überzeugt, daß die Cryptomonaden von Formen abstammen, die sich tierisch ernährt haben. Der wohlentwickelte Schlund gerade bei den grünen Formen spricht dafür, und er wird auch allgemein (BÜTSCHLI z. B.) als ein nicht mehr in Funktion stehendes Ernährungsorgan angesehen. In *Cyathomonas* hätten wir dann ein Glied, das entweder primär oder sekundär die tierische Lebensweise führt. Beispiele für solche Fälle finden wir in der analogen Gruppe der *Euglenina*.

Das Fehlen von Stärke ist im allgemeinen mit der Farblosigkeit kausal verbunden. Die wenigen Formen, die farblos sind und doch Stärke führen, so *Chilomonas* oder *Polytoma* bei den *Volvocales* stimmen in der übrigen Organisation mit den grünen Formen so überein, daß es sich hier möglicherweise nur um ein Fixieren von farblosen Varietäten handelt (siehe auch BÜTSCHLI). Ebenso kann man behaupten, daß mit der tierischen Ernährung auch die Farblosigkeit kausal verbunden ist, und die wenigen Ausnahmen, Beispiele, bei denen tierische Ernährung trotz der Anwesenheit von Chromatophoren erfolgt (so *Chrysomonas flavicans* nach PASCHER[1]), sind eben nicht scharf differenzierte Übergangsformen.

Aus dem Gesagten möchte ich ableiten, daß man Farblosigkeit und Ernährungsweise nur vorsichtig zu systematischen Schlüssen verwenden darf. Ist doch ein Teil der echten Cryptomonaden endophytisch geworden und lebt in Symbiose mit Radiolarien.

Was die Gründe von HARTMANN und CHAGAS anlangt, so halte ich es nicht für bewiesen, daß das ganze chromatinreiche Caryosom bei *Chilomonas* nur eine lokomotorische Kernkomponente vorstellt, da die Teilung, die sehr rasch vor sich geht, auch von diesen Autoren nicht genügend verfolgt werden konnte. Doch gesetzt, der Kern hätte die Struktur, wie sie HARTMANN und CHAGAS annehmen, so könnte *Cyathomonas* mit ihren cyklischen Veränderungen und dem wohlentwickelten Außenkern eine Übergangsform darstellen, was die genannten Autoren tatsächlich auch annehmen; sie betrachten *Cyathomonas* als einen hochentwickelten Typus den echten Amphimonadaceae (so *Spongomonas*) gegenüber.

Wenn wir dagegen die Ähnlichkeiten überblicken, so finden wir als gemeinsam:

1) PASCHER, Chrysomonaden des Großteiches bei Hirschberg in Nordböhmen. Abhandlungen zur Intern. Revue für Hydrobiologie 1910.

1. Gestalt und Polarität des Körpers.
2. Eine feste Hülle mit fibrillärer Struktur.
3. Eine Mundöffnung mit Schlund.
4. Körnchenauskleidung des Schlundes oder ein Mundring.
5. Die Zahl, Insertion, Gestalt und Funktion der Geißeln.
6. Eine Vacuole.
7. Die Bewegungsformen, insbesondere die Modi der Fluchtreaktion und das Springen des Körpers ohne Geißeln.

Ich bin aus diesen Gründen überzeugt, daß *Cyathomonas* eine echte Cryptomonade ist, die entweder die ursprüngliche Lebensweise, d. h. tierische Ernährung, beibehalten hat, oder sekundär zur Reduktion der Chromatophoren gelangt ist. Ich finde in ihr eine willkommene Ergänzung einer natürlichen Entwickelungsreihe der Cryptomonaden, wo wir dann innerhalb einer Familie tierische und pflanzliche Typen besitzen. Da wir z. B. in der analogen, selbständig entwickelten *Euglenina*-Gruppe dasselbe Phänomen vorfinden, finde ich hier einen Grund mehr für die Annahme eines polyphyletischen Entwickelungsprozesses der Organismen. Ich glaube aber nicht, daß *Cyathomonas* einen Ausgangspunkt der Cryptomonadenreihe darstellt; ich betrachte sie als ein selbständig neben den anderen Formen entwickeltes Glied.

Für die gütige Hilfe bei der Ausführung der Textfiguren spreche ich Frl. Dr. R. STOPPEL meinen aufrichtigen Dank aus.

Straßburg i. E., Botanisches Institut.

35. Rob. E. Fries: Ein unbeachtet gebliebenes Monokotyledonenmerkmal bei einigen Polycarpicae.

(Mit 6 Textfiguren.)

(Eingegangen am 18. Mai 1911.)

Während der letzten Jahre ist innerhalb der Systematik die alte Frage nach der Stellung der Monokotyledonen im Verhältnis zu den Dikotyledonen mehr und mehr in den Vordergrund getreten, und, wie bekannt, hat die Gruppe Polycarpicae eine große Rolle bei diesen Diskussionen gespielt. Schon seit alters ist ja auch die nahe Verwandtschaft zwischen gewissen Polycarpicae und den monokotylen Pflanzen in den systematischen Aufstellungen zum Ausdruck gekommen. So zählte ja bereits JUSSIEU (1789)

die Gattungen *Nymphaea* und *Nelumbo* zu seiner Gruppe Hydrocharides unter den Monokotyledonen, eine Auffassung, der auch verschiedene moderne Autoren (z. B. LYON 1901, COOK 1902) huldigen. Wenn auch ein so radikales Verfahren keine allgemeinere Anerkennung gefunden hat, so haben doch die Untersuchungen der letzten Jahre immer mehr Stützen für die Ansicht beigebracht, daß die Polycarpicae oder besser vielleicht ausgestorbene dahingehörige Typen als die nächsten Stammväter der Monokotyledonen zu betrachten sind, was ja auch nunmehr in der Anordnung der beiden Gruppen in den systematischen Aufstellungen sich widerzuspiegeln begonnen hat.

Als Beweise für eine derartige Verwandtschaft sind gewisse Übereinstimmungen in der Anatomie des Stammes, das Vorkommen von monokotylen Formen unter den Polycarpicae und gewisse andere ähnliche Keimblattbildungen (SARGANT 1903), Reduktion der Hauptwurzel, Ähnlichkeiten im Blütenbau sowie eine bemerkenswerte Übereinstimmung in der Pollenbildung bei Monokotyledonen und gewissen Polycarpicae angeführt worden. Die allermeisten wichtigeren Monokotyledonenmerkmale finden sich demnach an der einen oder anderen Stelle innerhalb der Gruppe der Polycarpicae wieder. Eines dieser Merkmale ist indessen meines Wissens bisher noch gar nicht in diesem Zusammenhange erörtert worden, nämlich die ganz abweichende Stellung, welche die Vorblätter oder die ersten Blätter an achselständigen Sprossen bei den beiden Gruppen einnehmen. Bei einer Untersuchung der Stellung der Blüte und des Infloreszenzbaues innerhalb der Familie Anonaceae habe ich indessen einige von dem gewöhnlichen Dikotyledonentypus abweichende Verhältnisse gefunden, die wegen ihres Interesses für die vorliegende Frage eine Erwähnung verdienen dürften.

Zur Untersuchung habe ich mich eines ungewöhnlich reichhaltigen, in Spiritus konservierten Materials aus zahlreichen Gattungen bedienen können, das teils während der REGNELLschen Expeditionen nach Brasilien eingesammelt worden ist und in der REGNELLschen Abteilung des Reichsmuseums in Stockholm aufbewahrt wird, teils von im Botanischen Garten zu Buitenzorg kultivierten Arten herstammt und dort von den nunmehr verstorbenen Dr. E. NYMAN und dem früheren Direktor des genannten Gartens M. TREUB eingesammelt worden ist, welche schönen Kollektionen nun dem Botanischen Museum in Upsala angehören. Nur *Anona Cherimolia* und *Asimina triloba* (steril) hat im lebenden Zustand im Botanischen Garten zu Upsala untersucht werden können. Außerdem ist natürlich auch das mir zugängliche gepreßte Material der

hiesigen botanischen Museen benutzt worden, obwohl dasselbe nur in den Fällen berücksichtigt worden ist, wo klare und deutliche Schlüsse daraus haben gezogen werden können, um die Fehlschlüsse zu vermeiden, zu denen die durch das Pressen deformierten Exemplare sonst leicht Anlaß geben können.

Prüfen wir bei den Anonaceen die aus den Achseln gewöhnlicher Laubblätter entspringenden rein vegetativen Knospen, so finden wir innerhalb der Familie zwei Typen bezüglich der Orientierung der Blätter: bei dem einen Typus sind die beiden ersten Blätter transversal gestellt, und die folgenden ordnen sich dann allmählich in der Medianebene, bei dem anderen ist das erste adossiert, und die folgenden alternieren, die zweireihige Blattanordnung

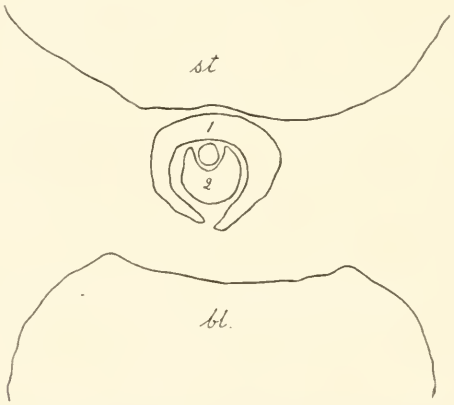


Fig. 1. Diagramm einer vegetativen Knospe von *Artabotrys Blumei*. st. = Stamm; bl. = Stützblatt.

fortsetzend. Der erstere Fall, der für die Dikotyledonen typisch ist, scheint unter den Anonaceen weniger gewöhnlich zu sein; diese Blattorientierung habe ich unter den in dieser Hinsicht untersuchten Arten vertreten gefunden innerhalb der Gattungen *Anona*, *Asimina*, *Goniothalamus*, *Melodorum* und *Rollinia*. Den letzteren Fall, die Monokotyledonenstellung, habe ich beobachtet innerhalb der Gattungen *Anaxagorea*, *Artabotrys*, *Cardiopetalum*, *Duguetia*, *Ephedranthus*, *Guatteria*, *Malmea*, *Oxandra*, *Unona*, *Unonopsis*, *Uvaria* und *Xylopia*; zweifellos kommt sie noch in verschiedenen weiteren Fällen innerhalb der Familie vor. Eine derartige Blattstellung wird durch nebenstehende Figur einer vegetativen Knospe von *Artabotrys Blumei* (Fig. 1) veranschaulicht. Betreffs der Verteilung dieser beiden Typen sei ferner erwähnt, daß sie nach dem, was ich bisher bei der Untersuchung wenigstens innerhalb einiger Gat-

tungen recht zahlreicher Arten gefunden habe, nicht gemischt innerhalb einer und derselben Gattung vorkommen. Akzessorische vegetative Knospen, serial angeordnet, sind recht allgemein innerhalb der Familie, und in solchen Fällen stimmen die Beiknospen in der Blattorientierung mit der Hauptknospe überein. Schöne akzessorische vegetative Knospen mit transversal gestellten Vorblättern hat z. B. *Anona coriacea*, mit adossiertem ersten Blatt z. B. *Uvaria Chamae*.

Innerhalb der Familie kommt es sehr allgemein vor, daß die ursprünglich endständige Blüte oder Infloreszenz durch einen achselständigen Sproß zur Seite gedrängt wird, der dann die Richtung des Muttersprosses einnimmt; die Blüte oder die Infloreszenz wird dadurch blattgegenständig. Diese übergipfelnden Sprosse gestalten sich, was die Blattorientierung betrifft, sehr einheitlich innerhalb der ganzen Familie, indem ihr erstes Blatt ständig adossiert ist, also nach der zur Seite gedrängten Blüte hingewandt ist und direkt oberhalb dieser in derselben Ebene sitzt. Diese Monokotyledonenstellung der Blätter des übergipfelnden Sprosses kennzeichnet nicht nur die Gattungen, deren gewöhnliche vegetative Achselsprosse ein adossiertes erstes Blatt besitzen, sondern auch diejenigen (wie *Anona* und *Melodorum*), bei denen die transversale Stellung innerhalb der rein vegetativen Region vorhanden ist. Bisweilen kommt es zwar vor, daß das erste Blatt des übergipfelnden Sprosses mehr oder weniger schräg oberhalb der Blüte (oder der Infloreszenz) placiert zu sein scheint; diese Ausnahmen sind indessen, den Verhältnissen bei *Anona Cherimolia* nach zu urteilen, die ich in dieser Hinsicht an lebendem Material untersucht habe, nur scheinbare und beruhen auf sekundären Drehungen innerhalb des untersten Internodiums. Zwar nimmt schon frühzeitig der übergipfelnde Sproß in der sich entwickelnden Winterknospe bei der genannten Art im allgemeinen eine schräge, bisweilen transversale Stellung gegen den Muttersproß ein. Daß dies jedoch ein von adossierter Blattstellung sich herleitender Typus ist und nicht umgekehrt, geht aus dem anatomischen Bau des entwickelten Zweiges hervor. Die Fasern der Rinde laufen nämlich stets von dem ersten Blatt hinab bis zu dem Punkt, von dem die Blüte ausgeht, somit längs dem Internodium, wenn das erste Blatt des übergipfelnden Sprosses direkt oberhalb der Blüte sitzt, mehr oder weniger schräg, wenn es nach der Seite hin verschoben sitzt, in solchem Falle eine Drehung des Internodiums nach der betreffenden Seite hin andeutend.

Sehr augenfällig ist die adossierte Blattorientierung des über-

gipfelnden Sprosses bei gewissen *Anona*-Arten (*dioica*, *glaucophylla*, *Malmeana*, *tomentosa* u. a.), bei denen der axilläre übergipfelnde Sproß, oft so gut wie längs seinem ganzen ersten Internodium, mit dem Muttersproß, d. h. mit dem Stiel der Blüte oder der Infloreszenz verschmolzen ist. Dabei geht dieser nämlich unmittelbar unter dem Blatte aus, und die adossierte Stellung dieses letzteren wird dadurch leicht wahrnehmbar. Es sei hier nur auf die von mir bereits in „Die Anonaceen der zweiten REGNELLschen Reise" und in „Studien in der RIEDELschen Anonaceensammlung" veröffentlichten Figuren der Arten *glaucophylla* und *tomentosa* verwiesen, die diese Verhältnisse gut veranschaulichen.

Die Blüten und Infloreszenzen sitzen bei den Anonaceen im allgemeinen endständig, mehr ausnahmsweise achselständig. In allen Fällen mit dieser letzteren Stellung, die ich Gelegenheit gehabt habe, an hinreichendem Material zu untersuchen, ist das erste Blatt des Blütenstiels oder der Infloreszenzachse nach hinten zu in der Medianebene orientiert. Das ist der Fall innerhalb der Gattungen *Ephedranthus* (bei der Art *parviflorus;* Fig. 2), *Xylopia* (*brasiliensis;* Fig. 3), *Guatteria* (*Hilariana*, *nigrescens* u. a.), *Unonopsis* (*Lindmani;* Fig. 4) sowie möglicherweise bei *Anaxagorea*-Arten. Bei mehreren dieser Arten kommt außerdem in der Achsel eine vegetative Knospe vor, bei der gleichfalls das erste Blatt adossiert ist (Fig. 3). Die hier aufgezählten Arten gehören indessen alle der Gruppe von Gattungen an, die schon bei den rein vegetativen Knospen die erwähnte nach innen gewandte Stellung des ersten Blattorgans haben, weshalb es nicht weiter erstaunlich ist, daß das auch betreffs der axillären Blüten oder der Blütenstände der Fall ist. Wichtig wäre es gewesen, zu entscheiden, wie in dieser Hinsicht die Arten sich verhalten, die durch transversal orientierte Blätter gekennzeichnet sind, und die außerdem achselständige Blüten besitzen (wie das innerhalb der Gattung *Goniothalamus* der Fall ist und auch für *Asimina* angegeben wird). Von diesen hat mir indessen nicht Material zur Beleuchtung dieser Frage vorgelegen. Die Gattungen *Anona*, *Rollinia* und *Melodorum* mit ihren endständigen Blüten und Infloreszenzen kommen hier nicht in Betracht.

Die nebenstehenden Diagramme und schematischen Figuren von axillären Blüten und Infloreszenzen zeigen, daß der Stiel oder die Hauptachse derselben mit einer geringen Anzahl Blattbildungen, in Form gewöhnlich kleiner scheidenähnlicher Schuppen, versehen ist. Die unterste dieser Schuppen wäre wohl am zweckmäßigsten als Vorblatt zu bezeichnen, das demnach adossiert wäre. Die An-

zahl der Schuppen variiert, als Regel gilt jedoch, daß der Stiel jeder einzelnen Blüte mit zwei Blattorganen versehen ist (Fig. 4). Bei Ausbildung einer Infloreszenz, mag diese nun terminal oder axillär gestellt sein, geschieht dann eine Verzweigung aus der Achsel der unteren Schuppe, während die obere steril bleibt. Die Blüte, die dabei erzeugt wird, trägt ihrerseits an dem Stiel zwei schuppenartige Blätter, wobei nun auch das Bemerkenswerte eintrifft, daß das erste ständig adossiert ist, während das andere nach

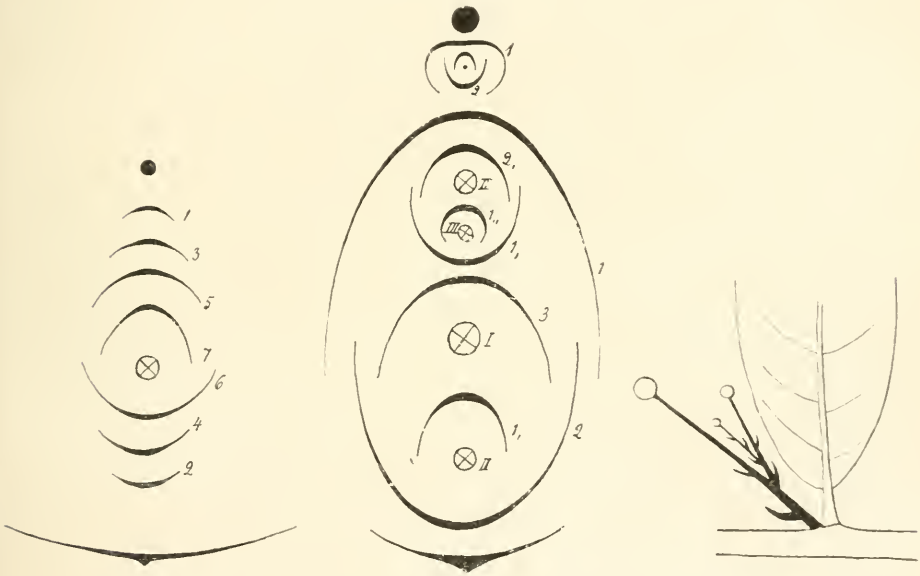


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 2. Diagramm eines Blütensprosses bei *Ephedranthus parviflorus*.

Fig. 3. Diagramm einer achselständigen Infloreszenz nebst vegetativem Sproß bei *Xylopia brasiliensis*.

Fig. 4. Schematisches Bild einer jungen, ziemlich einfachen Infloreszenz bei *Unonopsis Lindmani*.

außen zu in der Medianebene sitzt. Wird nun wieder eine Blüte in der Achsel des unteren dieser letzteren beiden Blätter erzeugt, so wiederholt sich der gleiche Vorgang, und so können mehrere Blütengenerationen nacheinander sich entwickeln. Der Infloreszenztypus, der dadurch gebildet wird, ist von cymösem Charakter und wie ein Fächel (rhipidium) gebaut. In der Regel ist dieser relativ wenigblütig (wie innerhalb der Gattungen *Anona* und *Rollinia*, bei den meisten *Duguetia*-Arten (Fig. 5), *Uvaria*, *Malmea* u. a.); bei einigen können indessen zahlreiche Blütengenerationen zur Ent-

wicklung kommen, z. B. bis zu 10—15, möglicherweise noch mehr bei *Uvaria sphenocarpa*, *Duguetia bracteosa*, *Unonopsis Riedeliana*, *Mitrephora Maingayi* u. a. (Fig. 6).

Dieser Rhipidium-Blütenstand, dem wir demnach hier unter den Anonaceen begegnen, und der — mit gewissen Modifikationen, bisweilen auf verschiedene Weise zu zusammengesetzteren Infloreszenzen kombiniert — überall innerhalb der Familie vorzukommen scheint, wo Infloreszenzbildung zustande gekommen ist, findet sich im übrigen nur unter den Monokotyledonen wieder, wo wir ihn ja z. B. bei der Familie Iridaceae sowie anderwärts kennen. Er ist durch die adossierte Stellung der Vorblätter bedingt und wäre daher keineswegs unter der Dikotyledonenreihe mit ihren trans-

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 5. Zweiblütige Infloreszenz bei *Duguetia furfuracea*. — Nat. Gr.
Fig. 6. Vielblütige Infloreszenz bei *Mitrephora Maingayi*. — Nat. Gr.

versal orientierten Vorblättern zu erwarten. In seinen Blütendiagrammen (I, S. 40) äußert sich EICHLER über das Vorkommen desselben folgendermaßen: „Fächel und Sichel finden sich meines Wissens nur bei Monocotylen, was damit zusammenhängt, daß nur bei diesen in den Infloreszenzen mediane Vorblattstellung beobachtet wird."

Das hier geschilderte Vorkommen eines Monokotyledonenmerkmals sowohl innerhalb der vegetativen als besonders innerhalb der floralen Region bei einer Dikotyledonenfamilie bietet ja an und für sich ein gewisses Interesse, verdient aber zweifellos besondere Beachtung, da es sich ja um eine Pflanzenfamilie innerhalb der Polycarpicae handelt, d. h. um eine der auch aus mehreren anderen Gründen angenommenen Stammformen der Monokotyledonen. Die Frage liegt da nahe, in welcher Ausdehnung im übrigen diese

abweichende Eigenschaft unter den anderen Polycarpicae und überhaupt unter den Dikotyledonen vorkommt. Eine vergleichende Untersuchung ausgewählter Typen unter den den Anonaceen nahestehenden Familien sowie eine Prüfung der Literatur hat einige derartige Fälle ergeben, wobei sogleich betont werden mag, daß bei der auf diesem Gebiete schwer übersehbaren Literatur leicht ein und der andere Fall hat übersehen werden können.

Was zunächst die eigentlichen Polycarpicae-Familien betrifft, so habe ich vergebens nach einem Falle adossierten ersten Blattes an vegetativen Knospen oder an Blüten oder an Infloreszenzen innerhalb der Familien Ranunculaceae, Lardizabalaceae, Berberidaceae, Menispermaceae, Magnoliaceae, Calycanthaceae, Myristicaceae, Monimiaceae und Lauraceae gesucht. Unter den Nymphaeaceen dagegen kommen derartige Fälle vor. Es gibt nämlich EICHLER adossierte Blätter (in Wirklichkeit zwei einander superponierte) für die vegetativen Seitensprosse an dem Rhizom von *Nelumbo* an (die Blüten besitzen hier kein Vorblatt), ferner liegt eine in dieser Hinsicht wichtigere Beobachtung von BRUNDIN (1898) vor, wonach der Blütenstiel bei *Nuphar luteum* auf seiner inneren Seite an der Basis mit einem einzigen, kleinen, adossierten Vorblatt versehen sein soll (s. die Figur, die von ihm auf S. 88 geliefert wird).

Es ist ferner schon seit lange eine wohlbekannte, oft diskutierte Tatsache, daß innerhalb der Aristolochiaceen gleichfalls adossierte Blattorientierung vorkommt. Die gewöhnlich nierenförmigen, oft großen „intrapetiolaren Nebenblätter", „pseudostipulae", in den Achseln einiger *Aristolochia*-Arten sind ja nichts anderes als das erste, einwärts nach der Mutterachse zugewandte Blatt unterdrückter, in gewissen Fällen jedoch entwickelter Achselsprosse (vgl. MALME 1904). Am schönsten gestaltet sich indessen das Verhältnis bei der Gattung *Asarum*, wo jeder Achselsproß mit einer deutlich adossierten Schuppe beginnt, und wo die eigentlich endständige Blüte auf eine an das Verhältnis bei den Anonaceen erinnernde Weise zur Seite gedrängt wird, wobei auch das erste Blatt des übergipfelnden Sprosses der Blüte (Mutterachse) zugewandt ist.

Als ein weiterer beachtenswerter Fall sei schließlich die Blattstellung bei *Vitis* und nahestehenden Gattungen erwähnt. Für diejenigen, die in der *Vitis*-Ranke eine zur Seite gedrängte Sproßspitze sehen, wird nämlich das erste Blatt des übergipfelnden Sprosses adossiert. Hierbei sei jedoch daran erinnert, daß die Verhältnisse bei diesen Pflanzen so verwickelt sind, daß Schlüsse aus

denselben sich kaum ziehen lassen; starke Gründe sprechen ja auch gegen die genannte Deutung. Wenn wir daher hier ganz von diesem Fall absehen können, so kann doch die von EICHLER geschilderte Orientierung der Achselsprosse bei *Ampelopsis hederacea (quinquefolia;* siehe seine Abbildung in Blütendiagramme II, S. 382) nicht ganz übergangen werden. Auch hier scheint mir indessen die Annahme wirklich adossierter Knospenschuppen nicht das Richtige zu sein; bei einer genauen Untersuchung des Verhältnisses glaubte ich nämlich zu finden, daß die ersten Knospenschuppen in Wirklichkeit transversal sind, und daß ihre mehr scheinbare nach innen gewandte Lage auf einer einseitigen kräftigeren Entwicklung der inneren Blatthälfte beruht. Die axilläre Knospe der ersten Schuppe sitzt auch sehr richtig stets in der Transversalebene, nicht median.

Fassen wir das hier Angeführte zusammen, so ließe sich demnach sagen, daß adossierte Blattstellung bei gewissen Vertretern der Nymphaeaceen (sowohl innerhalb der Nelumbonoideae als der Nymphaeoideae) sowie in zahlreichen Fällen bei den Anonaceen und Aristolochiaceen vorkommt. Die systematische Stellung der letzterwähnten Familie ist ja, wie bekannt, recht umstritten. Einer Auffassung gemäß (der sich z. B. WETTSTEIN 1907 anschließt) wäre indessen auch diese zu den Polycarpicae zu rechnen, wofür unstreitig viele starke Gründe vorliegen. Bemerkenswert ist ja auch, daß HALLIER (1902) die intime Verwandtschaft der Aristolochiaceen gerade mit den Anonaceen betont; er faßt sie „nicht als bloße Anverwandte, sondern geradezu als direkte Abkömmlinge ausgestorbener Anonaceen" auf. In gewissem Grade stützt wohl die oben geschilderte Blattstellung eine solche Annahme. Huldigt man also der Auffassung, daß die Aristolochiaceen mit den Polycarpicae zu vereinigen sind — auch im entgegengesetzten Falle können ihnen viele Berührungspunkte mit der genannten Gruppe nicht abgesprochen werden —, so gehören alle deutlichen sicheren Fälle von adossierter Blattstellung innerhalb der Dikotyledonen der genannten Ordnung an. Dieses Vorkommen eines weiteren, wenig beachteten Monokotyledonenmerkmals bei diesen Pflanzen kann wohl schwerlich als ein Zufall gedeutet werden, sondern weist sicherlich auch in seiner Weise auf ein gewisses Verwandtschaftsverhältnis hin, freilich nicht allein für sich, sondern im Zusammenhang mit den übrigen, oben angeführten Verwandtschaftszügen. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, scheinen mir die hier geschilderten Blattstellungsverhältnisse bei der Familie

Anonaceae ein gewisses allgemein systematisches Interesse bieten zu können.

Genauere Einzelheiten über diesbezügliche Fragen, besonders betreffs des Baues der Anonaceen-Infloreszenzen und der Stellung der Blüten, hoffe ich demnächst an anderer Stelle mitteilen zu können.

Verzeichnis der zitierten Arbeiten.

Brundin, J. A. Z., Bidrag till kännedomen om de svenska fanerogama örternas skottutveckling och öfvervintring. Akad. Afhandling. Upsala 1898.

Cook, M. Th., Development of the Embryo-sac and Embryo of *Castalia odorata* and *Nymphaea advena* (Bull. Torrey Bot. Club. 29, S. 211, 1902).

Eichler, A. W., Blütendiagramme I—II. 1875—78.

Fries, Rob. E., Die Anonaceen der zweiten Regnellschen Reise (K. Sv. Vet. Akads. Arkiv för Botanik. Bd. 4, Nr. 19, 1905).

Fries, Rob. E., Studien in der Riedelschen Anonaceen-Sammlung (ebenda. Bd. 5, Nr. 4, 1905).

Hallier, H., Über *Hornschuchia* Nees und *Mosenodendron* R. E. Fries, sowie über einige Verwandtschaftsbeziehungen der Anonaceen (Bot. Centralbl., Beihefte 13, S. 361, 1902).

Jussieu, A. L., Genera plantarum. Parisiis 1789

Lyon, H. L., Observations on the Embryogeny of *Nelumbo* (Minnesota Botan. Studies. II, S. 643, 1901).

Malme, Gust. O. A:n, Beiträge zur Kenntnis der südamerikanischen Aristolochiaceen (K. Sv. Vet. Akads. Arkiv för Botanik. Bd. 1, S. 521, 1904).

Sargant, E., A Theory of the Origin of Monocotyledons, founded on the Structure of their Seedlings (Ann. of Bot. 17, S. 1, 1903).

Wettstein, R. v., Handbuch der systematischen Botanik. II, 1903—08.

36. Friedrich Hildebrand: Über einen Bastard zwischen Anemone Robinsoniana und Anemone nemorosa.

(Eingegangen am 23. Mai 1911.)

Obgleich bei den Bastardierungsfragen die im Freien gefundenen Bastarde heutzutage wohl nicht mehr eine so große Rolle wie früher spielen, weil man nicht mit Sicherheit wissen kann, wer von den beiden verschiedenen Stammarten der Vater, wer die Mutter sei, so hat es doch vielleicht für manchen ein Interesse, von einer Pflanze etwas zu hören, welche aller Wahrscheinlichkeit nach ein Bastard zwischen *Anemone Robinsoniana* und *Anemone nemorosa* ist. In meinem Garten stand schon seit einigen Jahren ein Trupp der schönen blaublütigen *Anemone Robinsoniana* und nicht weit von diesem befand sich in zahlreichen Exemplaren unsere *Anemone nemorosa*. Im April 1909 bemerkte ich nun eine Pflanze mit drei blühenden Sprossen, deren Blätter, namentlich aber Blüten, ein Mittelding zwischen *Anemone Robinsoniana* und *Anemone nemorosa* darstellten, so daß ich sie sogleich für einen Bastard zwischen diesen beiden Arten hielt, welche Ansicht sich denn auch bei dem näheren Vergleich mit denselben als begründet erwies. Es wurden zwei der Exemplare getrocknet. Im folgenden Jahre, 1910, erschienen an der gleichen Stelle vier blühende Exemplare, denen des Vorjahres vollständig gleichend, wie sich bei ihrer und ihrer vermuteten Eltern nochmals angestellten Untersuchung deutlich zeigte. Leider versäumte ich, diese Exemplare zu isolieren, und sie waren nun in diesem Jahre, 1911, durch die sie umgebenden Exemplare von *Anemone nemorosa* so überwuchert, daß die drei an ihnen erscheinenden blühenden Stengel viel schwächer als die früheren waren, und die Pflanze möglicherweise im nächsten Jahr sich überhaupt nicht wieder zeigen wird, da ich auch diesmal es versäumte, dieselbe zu ihrer Blütezeit zu isolieren, was nach dem Abfallen der Blüten nicht mehr möglich war. Die interessante Pflanze bleibt aber doch in den Exemplaren, welche in den Vorjahren getrocknet wurden, erhalten.

Es soll nun im folgenden bei der Vergleichung dieses Bastardes mit seinen beiden elterlichen Arten nur auf die besonders hervortretenden verschiedenen Merkmale dieser Pflanzen eingegangen werden, was am besten durch eine Vergleichstabelle geschehen wird.

Anemone nemorosa.	*Anemone Robinsoniana.*	Bastard.
Involukralblätter		
freudig grün, am Rande und auf der Unterseite schwach behaart. Die Zipfel breiter als bei *A. Robinsoniana.*	dunkler grün als bei *A. nemorosa*, Haare der Blattunterseite länger als bei *A. nemorosa.* Die Zipfel schmaler als bei *A. nemorosa*, am Rande bräunlich.	freudig grün, wie bei *A. nemorosa.* Zipfel am Rande bräunlichgrün; ihre Breite im Mittel zwischen *A. nemorosa* und *A. Robinsoniana.*
Blütenstiele		
sehr schwach behaart.	stärker behaart als bei *A. nemorosa.*	in der Behaarung im Mittel zwischen *A. nemorosa* und *A. Robinsoniana.*
Perigonalblätter		
Oberseite rein weiß, meist auch die Unterseite, oder diese rötlich. Spitze nur hier und da schwach ausrandet.	Oberseite hellblau, Unterseite noch heller blau. Spitze immer ausgerandet.	Oberseite dunkler blau als bei *A. Robinsoniana*, Unterseite bläulich rosa, Spitze ausgerandet, unterhalb derselben schwache Kerbung des Blattrandes.
Antheren		
heller gelb als bei *A. Robinsoniana.*	dunklergelb als bei *A. nemorosa.*	dunkler gelb als bei *A. nemorosa.*
Zeit des Aufgehens der Blüten		
früher als bei *A. Robinsoniana.*	später als bei *A. nemorosa.*	später als bei *A. nemorosa.*

In vielen der vorstehenden Merkmale zeigt sich hiernach die Pflanze als ein Mittelding zwischen *Anemone Robinsoniana* und *Anemone nemorosa*, in einigen ist sie hingegen mehr der *Anemone Robinsoniana* ähnlich, deren Blütenfarbe sie in ihrem dunkleren Blau an Intensität sogar übertrifft, was besonders zu betonen ist. Unparteiische erkannten sogleich diesen Unterschied von den benachbart stehenden Exemplaren der *Anemone Robinsoniana.* Da die Pflanze, wie gesagt, zwischen einem großen Trupp von *Anemone nemorosa* sich zeigte, so kann man wohl vermuten, daß sie durch Bestäubung einer Blüte dieser *Anemone nemorosa* mit dem Pollen von *Anemone Robinsoniana* entstanden sei. Als die sie umgebenden Pflanzen der *Anemone nemorosa* noch nicht stark gewuchert hatten, wuchs sie zwischen diesen freudig empor, wurde aber dann von ihnen unterdrückt, während ja sonst die Bastarde üppiger wachsen und lebenskräftiger sind, als die eine oder die andere ihrer Stammarten. Hier liegt also ein Fall vor, wo durch Bastardierung zweier Pflanzenarten untereinander ein Gewächs entstanden ist, welches man nicht als den Anfang einer neuen, bestehenden Art ansehen kann.

37. J. v. Wiesner: Über fixe und variable Lichtlage der Blätter.

(Eingegangen am 23. Mai 1911.)

Unter „fixer Lichtlage" der Blätter ist jene Orientierung dieser Organe zu verstehen, welche sich während des Wachstums unter dem Einflusse des Lichtes vollzieht.

Diese Begriffsbestimmung bringt es schon mit sich, daß erstlich nach Beendigung des Wachstums eine Änderung in der Orientierung ausgeschlossen ist, und zweitens, daß nur photometrische Blätter die fixe Lichtlage annehmen können.

Ich habe den Begriff „fixe Lichtlage" im Jahre 1880 aufgestellt und begründet[1]) und er scheint nach der vielfachen Annahme, die er gefunden, sich als brauchbar bewährt zu haben.

Da das aphotometrische Blatt[2]) nach Beendigung des Wachstums wohl auch in eine fixe Lage kommt, aber keine „fixe Lichtlage" annehmen konnte, weil die Lage eines solchen Blattes unabhängig von der Richtkraft des Lichtes zustande kommt, so ist damit schon gesagt, daß nicht alle Blätter — es ist natürlich hier nur von Laubblättern die Rede — der fixen Lichtlage unterliegen. Außer den aphotometrischen Blättern gibt es aber noch eine bestimmte Kategorie photometrischer Blätter, welche keine fixe Lichtlage annehmen. Es sind dies jene Blätter, welche nach Beendigung des Wachstums noch befähigt sind, unter Einwirkung des Lichtes durch Variationsbewegungen ihre Lage zum Lichteinfall zu regeln.

Die Blätter dieser Kategorie unterscheiden sich aber auf das augenfälligste von den gewöhnlichen der fixen Lichtlage unterworfenen Laubblättern. Während die letzteren, mögen sie in ihrer Lage von dem diffusen Tageslichte oder von dem direkten Sonnenlichte beherrscht werden, einem endgültigen stationären Zustande zustreben und denselben zum mindesten mit Beendigung des Wachstums auch erreichen, haben die Blätter der ersteren Kategorie

1) Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen, 2. Teil, 1880. Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften.

2) Wiesner, Über die Formen der Anpassung der Laubblätter an die Lichtstärke. Biolog. Zentralblatt, Bd. XIX, 1899.

die Fähigkeit, nach Beendigung des Wachstums ihre Blätter je nach der Art und Stärke des Lichtes wechselnd zu orientieren. Es ist augenfällig, daß dieselben unter der Herrschaft des diffusen Lichtes sich anders als unter der Wirkung des direkten Sonnenlichtes orientieren. Im Gegensatze zu jenen Blättern, welche durch eine „fixe Lichtlage" charakterisiert sind, bieten sie eine „variable Lichtlage" dar.

Ich beschäftigte mich viele Jahre hindurch mit der fixen Lichtlage, welche als der häufigste, gewöhnlich auftretende Fall, unsere Beachtung in erster Linie in Anspruch nimmt, und nur gelegentlich beschrieb ich auch einzelne Fälle von variabler Lichtlage[1]), ohne aber zu generalisieren und ohne mich des hier genannten terminus technicus, den ich hiermit einzuführen beabsichtige, zu bedienen.

Nun habe ich die „variable Lichtlage" der Blätter zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht und will hier in aller Kürze die Hauptergebnisse dieser meiner Studien vorführen. Ausführlich behandle ich diesen Gegenstand in einer im Druck befindlichen Arbeit, welche alsbald an anderer Stelle erscheinen wird[2]).

Die von mir vorgenommenen Untersuchungen beziehen sich auf die Gattungen: *Robinia*, *Amorpha*, *Coronilla*, *Trifolium*, *Oxalis* und *Marsilia*.

Als eines der Ergebnisse dieser Studien ist vor allem die Analogie zu betrachten, welche zwischen den beiden Typen der fixen Lichtlage und jenen durch das Licht hervorgerufene Orientierungen besteht, welche beim Auftreten der variablen Lichtlage zu unterscheiden sind.

Bei Annahme der fixen Lichtlage ist nämlich das Blatt entweder euphotometrisch oder panphotometrisch[3]), d. h. es ist entweder in seiner Lage durch das stärkste diffuse Licht beherrscht und hat sich auf dieses senkrecht gestellt, oder es trachtet dem direkten Sonnenlicht auszuweichen, also dessen Einfluß sich zu entziehen, dabei aber doch so viel als unter diesen Lageverhältnissen möglich ist, sich diffuses Licht anzueignen. Jeder dieser beiden typischen Zustände ist bei fixer Lichtlage stationär,

1) Wiesner, Über die Anpassung der Pflanze an das diffuse Tages- und das direkte Sonnenlicht. Festschrift für Treub (Annal. du Jard. Botan. de Buitenzorg. 2. Ser., Suppl. III. Leiden, 1909).

2) J. v. Wiesner, Weitere Studien über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen. Sitzungsberichte der Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Klasse, Bd. CXX, Abt. I, 1911.

3) Wiesner, Über die Formen der Anpassung des Laubblattes usw. l. c.

das Blatt ist entweder nach Beendigung des Wachstums euphotometrisch oder panphotometrisch geworden.

Bei Annahme der variablen Lichtlage liegen die Verhältnisse folgendermaßen: Befindet sich das Blatt unter dem alleinigen Einfluß des diffusen Lichtes, so stellt es sich senkrecht auf die Richtung des stärksten diffusen Lichtes des ihm zufallenden Lichtareals; es verhält sich in diesem Zustande wie ein euphotometrisches in fixer Lichtlage befindliches Blatt. Von einer, für die verschiedenen Pflanzenarten verschiedenen Sonnenhöhe angefangen, erheben sich (beziehungsweise senken sich) die Blättchen und trachten in die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen zu gelangen; sie werden hierbei panphotometrisch.

Soweit besteht also eine Anologie zwischen den bei verschiedener Beleuchtung sich einstellenden Typen der Blattlage; mag dieselbe eine fixe oder eine variable sein. Doch gibt sich insofern ein großer durchgreifender Unterschied zwischen fixer und variabler Lichtlage zu erkennen, als bei ersterer das Blatt entweder euphotometrisch oder panphotometrisch geworden ist und aus einem dieser Zustände in den anderen nicht übergehen kann, bei letzteren hingegen ein und dasselbe Blatt, je nach der Beleuchtung den euphotometrischen oder den panphotometrischen Charakter annimmt und aus einem dieser Zustände in den anderen überzugehen imstande ist.

Es ist klar, daß nach Beendigung des Wachstums ein der variablen Lichtlage unterworfenes Blatt aus dem euphotometrischen Zustand in den panphotometrischen nur durch Variationsbewegungen übergehen kann, und ebenso verständlich ist es, daß bei der Rückkehr des Blattes aus dem panphotometrischen Zustand in den euphotometrischen, dies ebenfalls nur durch Variationsbewegung erfolgen kann.

Er werden also bei variabler Lichtlage biologisch wichtige Zustände durch Variationsbewegungen hervorgerufen, welche bei fixer Lichtlage durch Wachstum vollzogen werden.

Im Wesen des euphotometrischen Blattes ist es gelegen, daß man von Graden der Euphotometrie nicht sprechen kann. Anders bei dem panphotometrischen Blatte, welches tatsächlich in verschiedenen Graden der Vollkommenheit ausgebildet sein kann, je nachdem es sich mehr oder weniger vollständig in die Richtung der Sonnenstrahlen einstellt. Es gilt dies sowohl für das panphotometrische Blatt bei fixer als auch bei variabler Lichtlage. Um hier nun von der letzteren zu sprechen, erreichen die Blättchen eines Fiederblattes von *Robinia pseudoacacia* den höchstmöglichen

Grad der Panphotometrie, indem dieselben befähigt sind, sich genau in die Richtung der Sonnenstrahlen zu stellen, während die Blättchen eines Fiederblattes von *Coronilla emeroides*, soweit meine Beobachtungen reichen, dieses Ziel nicht erreichen, also auch bei hohem Sonnenstande mit ihren Oberseiten sich nicht berühren.

Schon aus dem wenigen, was über variable Lichtlage der Blätter hier mitgeteilt wurde, ist zu ersehen, daß dieselbe eine viel vollkommenere Anpassung des Laubblattes an die Beleuchtungsverhältnisse des Standorts repräsentiert als die fixe Lichtlage. Denn bei Pflanzen, welche die variable Lichtlage ihrer Blätter darbieten, hat jedes einzelne Blatt die Fähigkeit, je nach der jeweiligen Beleuchtung entweder euphotometrisch oder panphotometrisch zu werden, um bei jeder — nicht zu kurz anwährenden — Beleuchtungsänderung jenen Zustand anzunehmen, welcher unter den gegebenen Beleuchtungsverhältnissen der zweckmäßigste ist, sowohl in bezug auf die Aufnahme des nützlichen, als auf die Abwehr des schädlichen Lichtes.

Besonders auffällig wird der Vorteil der variablen gegenüber der fixen Lichtlage, wenn man den veränderlichen panphotometrischen Zustand eines der variablen Lichtlage unterworfenen Blattes mit dem stationär gewordenen panphotometrischen Zustand eines in fixer Lichtlage befindlichen Blattes vergleicht. In beiden Fällen ist der Zutritt des doch so wichtigen diffusen Lichtes ein stark geminderter. Aber während bei fixer Lichtlage die Menge des diffusen Lichtes auch bei ausschließlich diffuser Beleuchtung im Vergleiche zum Gesamtlicht nicht vermehrt werden kann, tritt unter diffuser Beleuchtung bei variabler Lichtlage der euphotometrische Charakter des Blattes auf, womit die ökonomischste Ausnutzung des diffusen Lichtes verbunden ist und nunmehr eine weitaus größere Lichtfülle dem Blatte geboten wird.

Wien, im Mai 1911.

38. Karl Gehrmann: Zur Blütenbiologie der Rhizophoraceae.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 26. Mai 1911.)

Wohl keine der tropischen Pflanzenfamilien ist bisher einer so eingehenden Bearbeitung unterzogen worden wie die der *Rhizophoraceae*. Als typische Vertreter der in tropischen Gebieten weit verbreiteten Mangroveformation lassen sich in der Gesamtorganisation der hierher gehörenden Arten auf Schritt und Tritt Anpassungen an die eigenartigen Standortsverhältnisse nachweisen. Um so auffälliger mag es erscheinen, daß bei so rege studierten Objekten die Konstatierung der blütenbiologischen Verhältnisse fast ganz vernachlässigt worden ist.

Im März dieses Jahres konnte ich nun im Buitenzorger Garten auf Java in den Blüten von *Bruguiera*-Arten einen Explosionsmechanismus nachweisen, der die glockenförmigen Blüten dieser Gattung in erster Linie an Bestäubung durch Nectarinien angepaßt erscheinen läßt, aber auch noch in anderer Weise, wie unten erörtert werden soll, eine Deutung zuläßt.

Vorliegende Beobachtung erfolgte nur wenige Tage vor meiner Abreise, so daß ich mich der Hauptsache nach auf die biologischen Daten beschränken muß, die nicht nur an den so häufig untersuchten, geradezu klassischen Individuen des genannten Gartens studiert wurden, sondern auch in den Mangrovesümpfen des Hafens von Batavia nachgeprüft werden konnten.

Die einzige Andeutung in der Literatur, welche darauf schließen läßt, daß die mitzuteilenden Verhältnisse einmal beobachtet sind, findet sich bei BENTHAM-HOOKER, Genera plantarum; hier ist in die Diagnose die Bemerkung aufgenommen: Stamina elastice resilientia. Eben dies haben, ohne der Tatsache weiteren Wert beizumessen, spätere Autoren einfach übernommen. So für die Mangroven Javas KOORDERS en VALETON[1]) in der Gattungsdiagnose von *Bruguiera*:

1) KOORDERS en VALETON, Bijdrage tot de Kennis der Boomsoorten van Java (1896) Nr. 4, p. 290 pp. Für Java werden angegeben: *Bruguiera gymnorhiza, eriopetala, parviflora, cargophylloides.*

„Meeldraden 16—18, twee aan twee tegenover de bloembladen ingeplant en ten slotte uit deze elastisch te voorschijn springend . . ."

SCHIMPER in seiner Monographie der Mangroveformation sowie spätere Autoren ignorieren diese Angabe. E. WERTH [1]), der sich neuerdings mit der Blütenbiologie der Gattung *Bruguiera* beschäftigte, spricht die Blüten als besonderen Typus von Nectarinienblumen an, will auch bei *B. gymnorhiza* in der ostafrikanischen Mangrove Honigsauger beim Saugen beobachtet haben, erwähnt aber merkwürdigerweise nicht das Geringste von dem Explosionsmechanismus. Auf WERTH bezieht sich KNUTH [2]).

Eine gewisse Parallele in den zu besprechenden Einrichtungen zeigen die von VOLKENS [3]) geschilderten ornithophilen Blüten gewisser *Proteaceae*, worauf schon hier hingewiesen werden soll.

Bruguiera eriopetala W. et A.

Speziell untersucht wurde diese Art, die den zur Diskussion stehenden Mechanismus auch am ausgeprägtesten zeigt.

Habituell ist bekannterweise diese Gattung gegenüber der mit stelzartigen Stützwurzeln versehenen *Rhizophora* durch den Besitz von knieförmig gebogenen Atemwurzeln ausgezeichnet.

Wie die vegetativen Organe des Baumes sind auch die Kelchblätter und die Teile der Achsencupula dickfleischig. Beim Abbrechen der Sepalen entströmt der Wunde ein milchiger, weißer Saft. Die Außenseite der Blüte ist unscheinbar bräunlich gefärbt; die dicken Kelchblätter schließen in valvater Deckung eng aneinander. Die Blüte selbst besitzt eine typische Achsencupula, die, nach ihrer Mündung zu etwas wulstig verdickt, auf ihrer ganzen Innenfläche Nectar sezerniert und in deren unterem Teil der Fruchtknoten des Gynoeceums verlagert ist. Der Achsencupula sind zunächst die Kelchblätter inseriert. Bricht man diese ab, so schält man aus der Knospe die mit den Kelchblättern alternierenden Blütenblätter heraus; diese sind spelzenartig gefaltet und umschließen je zwei einander genäherte Staubgefäße, die ebenso wie die Kronblätter dem inneren Cupularande eingefügt sind.

Die Blumenblätter selbst sind bis tief in ihre Mitte geteilt; die beiden Zipfel ihrer Spreite sind oben etwas abgerundet. Längs

1) WERTH, E., Blütenbiologische Fragmente aus Ostafrika. Verhandl. d. Bot. Ver. Prov. Brdbg, XLII (1900) 227.

2) KNUTH, Handbuch der Blütenbiologie. III, 1 (1904) 528.

3) VOLKENS, Über die Bestäubung einiger Loranthac. u. Proteac., Berlin (1899), S. 262—266.

der starken Mittelrippe, die sich über die Spreitenteilung hin als eine Art Borste fortsetzt, sind die Kronblätter nun mit fest aneinander schließenden Rändern klappenartig gefaltet, wobei die Borste der Mittelrippe sich in die hintere Kielung der beiden freien Spreitenteile legt. In der Knospe sind diese Blätter zunächst hell gefärbt, bräunen sich aber bald infolge zunehmender Cutinisierung der Zellwände; die Bräunung ist lange beendet, ehe die Blüte sich öffnet. Im ganzen machen die Blütenblätter einen spelzenartigen, trockenen, fast hornigen Eindruck, obwohl sie eine gewisse Turgescenz nicht entbehren. Die Klappen selbst zeigen auf der Außenseite eine noch weiter zu erörternde Struktur.

Die Ränder der beiden Spreitenteile sind nun ihrer ganzen Länge nach mit schräg aufwärts gerichteten, hellbraunen, sehr steifen Borstenhaaren bedeckt. Außerdem trägt jedes Blatt an der Stelle, wo es, unten zusammengekniffen, der Cupula aufsitzt, eine Art Bart derselben Borsten, die aber im rechten Winkel abstehen und über den nektarhaltigen Blütenbodenbecher ragen, so daß sie, wie auch WERTH andeutet, eine Saftdecke in den auf diesem Stadium abwärts gerichteten Blütenglocken bilden. Die Mittelrippe der Blütenblätter ist kielartig verdickt und gleich den ebenfalls verdickten Spreitenrändern tiefbraun gefärbt.

In diese Blattklappen sind nun je zwei einander ganz nahe gerückter Staubblätter eingeschlossen. Ihre Zahl ist doppelt so groß als die der Kronblätter. Jedes Paar gehört somit, formal morphologisch gesprochen, zwei differenten Staminalkreisen an. Zunächst füllen sie, nebeneinanderliegend, den Innenraum gerade aus. Das verstärkte Längenwachstum der Filamente zwingt diese indessen bald in eine wellig gekrümmte Spannungslage. Man kann dieses sehen, wenn man das Blütenblatt im durchfallenden Lichte betrachtet. Die Filamente befinden sich also in einer Kompressionsspannung.

Schon vor Öffnen der Blüte beginnt die Innenfläche der Achsencupula Nectar zu sezernieren. In erhöhtem Maße tritt dieser Vorgang in der frisch geöffneten, dann mäßig glockenförmigen Blüte ein; oft so stark, daß die Saftdecke die Sekretion am Überfließen nicht zu hindern vermag. Diese Erscheinung beobachtete ich besonders bei Blüten, die in feuchtem Kasten zum Studium des Aufblühens gehalten wurden. Auf dieser Entwickelungsstufe sieht man in der Blüte nur die gefalteten, borstigen Blütenblätter und, aus der Tiefe des Blütengrundes sich erhebend, den schlanken, mäßig über die Kronblätter ragenden, dünnen Griffel.

Die Kompressionsspannung, in der die stark turgeszenten Filamente durch den Klappmechanismus der Blütenblätter gehalten werden, wird nun in der Weise ausgelöst, daß jedes Kronblatt auf Berührung an einer bestimmten Stelle hin mit plötzlichem Aufklappen reagiert. Alsdann springen mit großer Vehemenz die Filamente heraus und stäuben den Pollen aus. Das

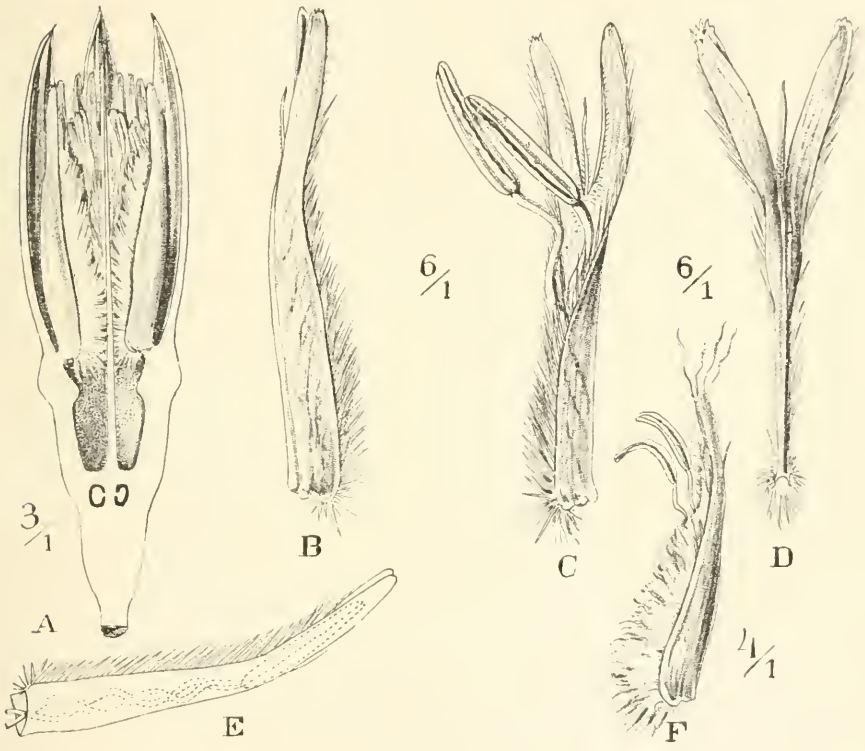


Abb. I.

A. Durchschnitt einer sich soeben öffnenden Blüte von *Bruguiera eriopetala*. B. desgl. die zusammengeklappte Blattspelze von der Seite. C. desgl. aufgesprungen. D. desgl. aufgesprungen, vom Rücken gesehen. E. desgl. schematisch. Lage der Filamente in den Blütenklappen. F. Blütenblatt von *B. sp.* zum Vergleich.

Aufklappen geschieht mit leichtem Knall, so daß man unwillkürlich zurückschreckt, indem gleichzeitig der Pollen in einer feinen Staubwolke explodiert, der bei ruhiger Luft (im Zimmer) beim Experiment 20 cm und darüber in die Höhe geschleudert wird. Die Stelle, welche für die Auslösung der Klappenbewegung auf einfache, minimale Berührung hin in Betracht kommt, liegt an

dem Punkte zwischen den bartartig abstehenden Borsten der Saftdecke und den aufwärtsgerichteten der Blattränder: ganz am Grunde der Faltung unmittelbar am Eingang zur Nectarhöhle.

Jedes Blütenblatt muß, wie gesagt, an dieser Stelle einzeln berührt werden und explodiert für sich gesondert. Normalerweise wird, obgleich ich eine solche Bestäubung nicht beobachten konnte, diese Auslösung durch Honigvögel bzw. langrüßlige Insekten, besonders Sphingiden, vollzogen werden. Dafür spricht der ganze Bau der Blüte. (Zu erwähnen ist, daß Zweige und Blüten der Art auch im Innern der Krone im Botanischen Garten zu Buitenzorg mit Milben und Läusen oft sehr besetzt waren, die naturgemäß von größeren und kleineren Ameisen besucht wurden.)

Sind die Blüten entstäubt, so fallen überraschend schnell, sofort mit einer bräunlichen Korkschicht vernarbend, die Blütenblätter und Stamina in toto ab.

Die ausgesprochen protandrischen Blumen führen dann nacheinander zwei Bewegungen aus. Zunächst richten sie sich — nun im weiblichen Stadium — in die Höhe, wobei die persistierenden, fleischigen Kelchblätter stark spreizen. Mit großer Regelmäßigkeit befruchtet, wenden sie die Blütenstiele dann wieder zur Erde, biologisch erfordert durch die nun weiterhin so eigenartige Viviparie.

Ich kehre nach Darstellung des biologischen Vorganges zur Schilderung des Explosionsmechanismus der Blüte von *Bruguiera eriopetala* zurück.

Eine erneute Wiedergabe der morphologischen Daten erübrigt sich. Es sei nur noch einmal darauf hingewiesen, daß sich die Stamina bzw. Filamente in einer Kompressionsspannung befinden. Zur Beurteilung des Auslösungsvorganges seien folgende Experimente mitgeteilt:

1. Die fleischigen Kelchblätter lassen sich abbrechen, so daß nur der Kranz der gefalteten Kronblätter auf der Cupula stehen bleibt. Auf einfache Berührung mit einer Nadel, einem feinen Halm oder Haar reagiert nur die oben besprochene Zone unmittelbar am Blattgrunde und zwar im Zentrum der Blüte, am Zusammenschluß der Blattränder. Auf diese einfache Berührung erfolgt die Explosion bereits bei Blütenblättern, die der Knospe entnommen werden. Doch nimmt die Empfindlichkeit mit dem Aufblühen zu.

2. Man kann bis zu der gekennzeichneten Stelle die Borsten der Blattränder auf- und abstreichen, dieselben zerknittern und selbst abrasieren, ohne eine Öffnung zu erwirken. Dagegen:

3. Explodiert der Mechanismus auf stärkeren Druck, welcher

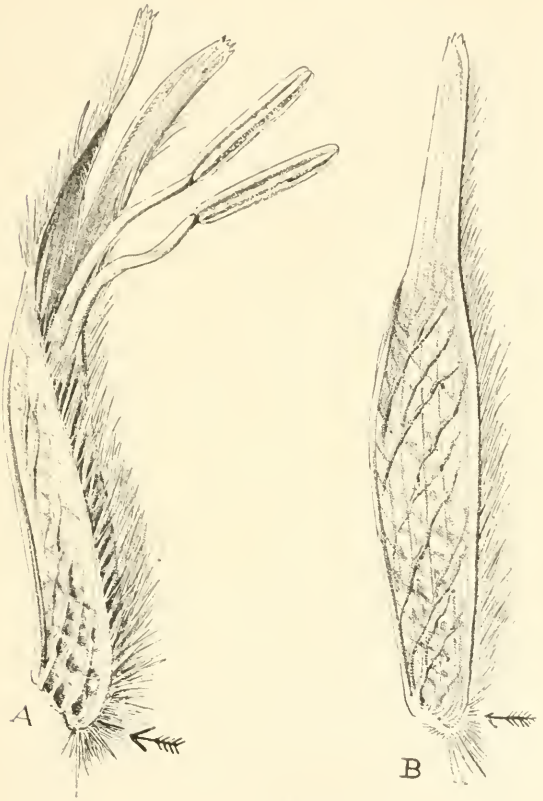


Abb. II.

B. eriopetala. A. Aufgesprungenes Blütenblatt. Die Klappenzeichnung B Halbes Blütenblatt. Klappenzeichnung: Sich kreuzende Cuticularleisten und durchscheinende Tracheidenstämme.

Die Richtung der Pfeile gibt die Stelle an, bei der die Auslösung der Explosion auf Berührung hin erfolgt.

von vorne auf die ganze Länge der Blattränder ausgeübt wird; ebenso auf leichteren Druck gegen die Rückenkielung.

4. Leichter Druck auf die Flanken der Klappen hat keine Reaktion zur Folge.

5. Stoß, Klopfen von außen an die Blüte bewirkt ihre Entstäubung.

6. Die einzelnen, gefalteten Kronblätter lassen sich ohne Explosion vom Torus lösen, so daß man einzeln mit ihnen experimentieren kann. Nun muß man Sorge tragen, daß die Loslösung unterhalb der Borsten der Saftdecke vor sich geht. Es zeigen sich dann folgende Erscheinungen:

a) Das Blütenblatt wird an der Basis durch Fingerdruck geöffnet. Explosion durch Aufspringen der Klappen plus Entspannung der Filamente.

b) Abgetrenntes, ungeöffnetes Blütenblatt. Die Filamente werden vorsichtig an der Abtrennungsstelle von unten her herausgezogen, so weit, daß die Antheren in den unteren Teil des Blattes zu liegen kommen. Ein Teil des Pollens entleert sich dabei in die oberen Klappen und wird bei der unter Druck weiterhin bewirkten Öffnung durch die Klappenbewegung auf kurze Strecke ausgeschleudert.

c) Ebensolches Blütenblatt durch Druck zwischen zwei Fingerspitzen behindert geöffnet. Geräuschloses Öffnen; schwaches Ausstäuben und Herausspringen der Antheren.

7. Ungeöffnetes, vorsichtig abgetrenntes Blütenblatt auf Objektträger über Flamme erwärmt. Es erfolgt sein Platzen, wobei es vom Objektträger herunterspringt.

8. Ebensolches Blütenblatt. Das obere Drittel ohne Reaktion entfernt. Nach Abschneiden eines zweiten Drittels öffnen sich diese beiden Drittelteile.

Vorstehende Experimente sollen zeigen, daß eine Reaktion auf einfache Berührung nur an einer eigenen Stelle erfolgt.

Inwieweit dieser Erscheinung eventuell ein spezifischer Reiz zugrunde liegt, dessen Auslösung das Aufklappen der Blattspelzen bewirkt — muß weitere Forschung am lebenden Objekt zeigen. Meine Erfahrungen reichen nicht dazu hin, um über diesen Punkt zu urteilen. Indessen sei noch bemerkt:

Wenn die explosionsreifen Blüten in Beobachtung gehalten werden, z. B. in einem Glaskasten, wo die Möglichkeiten einer zur Entstäubung notwendigen Berührung ausgeschaltet sind, so tritt die Explosion nicht ein.

Der Punkt, an welchem eine Berührung die Auslösung der Spannung in den Blütenblättern bewirkt, liegt an der Basis der Klappen. Dieselben springen aber breit von der Spitze an auf und bleiben unten noch etwas zusammengekniffen.

Schließlich noch einiges über die vorhin erwähnte, eigenartige Struktur der Blatt-„Klappen“ (cf. Abb. II).

Trotz ihres hornigen, spelzigen Aussehens, zeigen sie im gespannten Zustande doch eine gewisse Turgeszenz. Sie bestehen aus einem an den Außenwänden ziemlich dickwandigen und cutinisierten Parenchym. Die Außenseite der Klappen trägt nun eine, besonders im entspannten bzw. eingetrockneten Zustande deutlich ausgeprägte Zeichnung eines feinen Liniensystems: Cutikularleisten, die in zwei verschiedenen Systemen über die Querflächen der Klappen laufen, von der Art, daß sie sich unter spitzen Winkeln kreuzen und eine rhombische Felderung oder Waffelung bilden. Dieses System bildet die mechanische Bedingung für das Aufspringen der Klappen, wenn infolge der gedachten Berührung bzw. eines anderweitigen Druckes die Turgeszenz der Klappen, wenigstens bis zu gewissem Grade, aufgehoben wird. Diese Entwässerung des Parenchyms geschieht plötzlich und wird mit großer Wahrscheinlichkeit durch ein System von Spiraltracheiden bewirkt, welches das Parenchym des Blütenblattes in seiner ganzen Länge durchzieht: 3 bis 4 Stämme sich nicht verzweigender Spiraltracheiden in jeder Klappenhälfte!

Der Blütentypus von *Bruguiera eriopetala* wird wohl als der am weitesten vorgeschrittene der ganzen Gattung aufgefaßt werden können. Auffällig ist die relative Unscheinbarkeit des gesamten Schauapparates. Dagegen ist die Sensibilität des Explosionsmechanismus erdenklich weit gesteigert und spezialisiert. Zum Vergleich seien die Daten für eine andere *Bruguiera* sp. gegeben, die ebenfalls im Buitenzorger Garten wächst.

Bruguiera sp.

Außenseite fleischrot, auch die Cupula. Die Blütenblätter sind weicher, zarter; beim Aufspringen der Knospe ist nur der Rücken bräunlich. Die Nachprüfung erfolgt zuerst nach oder bei dem Erblühen. Die Haare an den Rändern sind nicht borstig, mehr wollig. Die Spitzen der ebenfalls tief geteilten Blütenblätter sind mit fransenartigen Anhängseln versehen. Die Filamente der Stamina sind viel weniger gekrümmt, viel geringer gespannt als die von *B. eriopetala*. Die Explosion erfolgt zwar in gleicher Weise, aber viel weniger kräftig.

Cui bono?

Um der DELPINOschen Klassifikation zu folgen, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß wir es hier mit einer Nectarinien-

blume zu tun haben, deren Typus noch eigenartiger ist, als WERTH es uns darstellt.

Und doch glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, daß hier zwei biologische Gruppen sich berühren, der Typus einer Gruppe im Begriffe steht, in einen andern überzugehen: Extreme Zoidiophilie: Ornithophilie in — Anemophilie.

Ich weiß, daß ich damit gegen eine allgemeine, fast nie diskutierte Ansicht verstoße, eine biologische Theorie, der z. T. unsere heutigen Anschauungen über die phylogenetische Organisationshöhe der einzelnen Phanerogamenfamilien zugrunde liegen: gegen den Primat der Anemophilie. Aber es ist zu erwägen, daß man über den objektiven Wert dieses Prinzips sehr gut anderer Ansicht sein kann.

Für vorliegenden Fall sind folgende Punkte von Bedeutung.

Die Blüten öffnen sich, wie durch einfache Experimente nachzuweisen war, nicht nur auf die besprochene Berührung hin, sondern die Ausstäubung erfolgt auch erregt durch Druck oder äußeren Stoß. Besonders letzte Tatsache ist von Wichtigkeit. Die Bestäubung mag im Prinzip durch Honigvögel bzw. Falter geschehen; in Wirklichkeit wird sich aber in sehr häufigen Fällen ein Modus ergeben, den man als Anemophilie oder als Übergang dazu ansehen darf. Zwar an den Rändern der Mangroveformation, nach dem Lande zu, in gemischter Formation, wo eine ganze Zahl gefärbter Blüten der Rhizophorenmangrove beigesellt sind, finden sich hervorragend die Bedingungen für eine Tierbestäubung. Auch finden sich gerade in solcher Zone noch Rhizophorenmangroven mit hochgefärbtem Schauapparat. So sah ich eine solche mit korallenroten Blüten in der Zone des Ebbe- und Flutgebietes an Mündungen von Flüssen der Fiji-Inseln. Unsere Art hat aber in der Tat den Schauapparat recht kümmerlich entwickelt. Bei der Bewegung, der nun aber bei den scharfen Winden die Zonen der Küstenmangroven ausgesetzt sind, besonders unter dem Einfluß des Passates, wird hierdurch an den äußeren Grenzen und im Innern geschlossener Mangroveformationen die Explosion vielleicht häufiger durch Anstoßen der Glocken als durch die spärlichen Bestäuber bewirkt. Dann aber trifft der nun in breiter Wolke ausstäubende nicht klebrige Pollen auf die negativ geotropisch orientierten Blüten des weiblichen Stadiums, eine Orientierung, die bei Windblütlern ganz besonders als „zweckmäßig" in Erscheinung tritt. Die große Regelmäßigkeit der Befruchtung scheint hierfür auch bedeutungsvoll.

Betrachtet man nun aber die Lebensgemeinschaft, in der *Bruguiera* vorkommt, so findet man sie als Mitglieder einer offenen Formation, die sich wesentlich aus denselben Arten zusammensetzt; einer Formation, die zugleich dem Winde besonders ausgesetzt ist. Das sind nun gerade Bedingungen, unter denen Windblütler besonders gerne und bei uns allgemein auftreten. Für die Tropen ist man meist der Ansicht, daß „Anemophilie [1]) jedenfalls stark zurücktritt. Die meisten der Familien, bei denen sie die Regel bildet, fehlen. Gräser und Cyperaceen treten nur in beschränkter Anzahl auf". Man darf dabei aber nicht die bekannte Tatsache vergessen, daß im tropischen Wald, wo derartige Studien meist gemacht wurden, die Mannigfaltigkeit der Spezies gegenüber der Individuenzahl bedeutend in die Augen springt. Was die anemophilen Formationen unserer Heimat betrifft, so liegt wohl auf der Hand, daß ihr überwiegendes Zusammentreten in einer Pflanzengemeinschaft weniger ein Kriterium ihrer systematischen Organisationshöhe als vielmehr ihrer ökologischen Anpassung darstellt. Was speziell die Glumifloren angeht, so meint V. WETTSTEIN [2]), daß man dieselben „geradezu als ein in Anpassung an Anemophilie entstandenes Endglied des Liliiflorae-Typus bezeichnen könnte". Mich haben Studien in offenen Formationen der Tropen und Subtropen mit größerer Masse gleichartiger Individuen zur Überzeugung gebracht, daß auch dort Anemophilie verbreiteter ist, als man gemeinhin annimmt.

Da man die Rhizopheraceae als einen der Ausläufer des Myrtifloren-Typus ansprechen kann, so dürfte man unter vorstehenden Gesichtspunkten auf die Vermutung kommen, daß die der Mangroveformation angehörigen Gruppen der Familie durch ihren blütenbiologischen Entwicklungsgang allmählich in den Typus eines Windblütlers hineingedrängt werden. Unter dieser Überlegung erscheint auch die in der Familie auftretende Apopetalie und Dioecie von Bedeutung, Eigenschaften, die in dieser Combination Charakteristika von Anemophilen darstellen. Bedenkt man in anderer Hinsicht die eigenartige Fächerung der Antheren von *Rhizophora*-Arten, so erscheint eine eingehende blütenbiologische Untersuchung der Gruppe recht aussichtsvoll.

Hinweisen möchte ich auf die Tatsache, daß sich unter Windblütlern sog. primärer Reihen Explosionstypen finden. Ferner,

1) WINKLER, HUBERT, Beiträge z. Morphologie und Biologie tropischer Blüten und Früchte. Engl. Bot. Jahrb., XXXVIII (1906) 3, S. 235.

2) WETTSTEIN, R. v., Handb. system. Botan. II (1908) 506.

daß Anemophilie auch in blütenbiologisch hochorganisierten Familien auftritt, wo man Anemophilie unbedingt als sekundär ansprechen muß (Rubiaceae, Compositae usw.); daß schließlich ein Wechsel von Zoidiophilie zu Anemophilie in verschiedenen Stadien der Blütezeit an ein und denselben Blüten erwiesen ist: bei gewissen Scrophulariaceae und Ericaceae. Unter letzteren besonders bei *Cyclamen*, dann bei *Calluna vulgaris* und *Erica carnea*, die in eigenen Formationen („Callunetum" — „Ericetum") blühen.

Sitzung vom 30. Juni 1911.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Tunmann, Dr. **Otto**, Privatdozent der Pharmakognosie in **Bern**, Beundenfeldstraße 3 (durch ED. FISCHER und A. TSCHIRCH),

Stiefelhagen, Dr. **Heinz**, in **Weißenburg i. E.** (durch L. JOST und E. HANNIG),

Burret, Dr., Assistent am bot. Institut der K. Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin N 4**, Invalidenstraße 42 (durch E. BAUR und O. REINHARDT).

Als ordentliches Mitglied wird proklamiert Herr:

Werth, Dr. **Emil**, in **Friedenau b. Berlin.**

Von Herrn Professor Dr. GREGOR KRAUS in Würzburg ist für die ihm vom Vorstand zur Vollendung seines 70. Lebensjahres gewidmete Adresse ein in warmen Worten gehaltenes Dankschreiben eingelaufen.

Herr SORAUER legte ein Stammstück von einem 15jährigen Süßkirschenbaum vor, der im August vorigen Jahres auf 1 m Länge seiner Rinde gänzlich beraubt worden war und aus der bloßgelegten Splintschicht vollkommen neue Rinde gebildet hat. Bei dieser Neubildung hatte sich die Lohkrankheit in bisher nicht beobachteter Üppigkeit entwickelt. Das Stammstück ist dem Botanischen Museum überwiesen worden.

Bei einem jüngeren Stammstück zeigte der Vortragende, daß nicht nur auf dem bloßgelegten Holzkörper der Schälstelle neue Rinde (ohne Mitwirkung des Überwallungsvorganges) entstehen kann, sondern daß auch auf abgehobenen, nur mit ihrem oberen Ende mit dem Stamm in Verbindung gebliebenen Rindenlappen ein neuer Holzkörper angelegt werden kann.

Bericht

über die

V. Sitzung des „deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht".

Von F. Höck.

Seit Einreichung meines letzten Berichts über den „deutschen Ausschuß" (Ber. d. bot. Ges. XXVIII, 1910, S. (7)—(9) fand nur eine Gesamtsitzung dieses Ausschusses und zwar am 21. und 22. April 1911 in Berlin statt. Während ich an dieser teilnahm, konnte ich die dafür vorbereitende Sitzung des „Unterausschusses für Lehrerbildung" am 22. Oktober 1910 wegen amtlicher Verhinderung nicht besuchen.

Im Vordergrund des Interesses standen in beiden Sitzungen wie auch bei den schriftlichen Verhandlungen zwischen den Mitgliedern des Ausschusses und einigen sie durch Rat und Auskunft unterstützenden Herren die Fragen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts an Lehrerbildungsanstalten. Diese sind deshalb von so außerordentlicher Bedeutung, weil hierdurch die Stellung unserer Fächer künftig in der Volksschule, also der Hauptbildungsstätte unseres Volkes, bedingt wird. In der letzten allgemeinen Sitzung kam der Ausschuß zu dem Beschluß, daß für die Seminarlehrer ebenso wie für die Lehrer an höheren Schulen eine gründliche Vertiefung in die von ihnen vertretenen Lehrfächer zu fordern sei, ließ dagegen unentschieden, ob solche durch freies Studium oder durch besondere Kurse auf Universitäten zu erlangen sei. Es müßte aber darauf gehalten werden, daß derartig ausgebildete Lehrkräfte, die aus dem Volksschullehrerstande hervorgegangen wären, auch nach ihrer Ausbildung diesem Stande erhalten blieben, als Leiter solcher Schulen, als Lehrer an Seminaren oder als Aufsichtsbeamte für solche Schulen. Dagegen sei es nicht richtig, wenn sie, wie es im Königreich Sachsen vielfach geschieht, in den höheren Schuldienst übergingen, denn dadurch ginge dem so wichtigen Volksschullehrerstande gerade ein Teil seiner besten Kräfte verloren.

Auch für Mittel- und Fortbildungsschulen ist gerade hinsichtlich der Naturwissenschaften oft die Vorbildung der Lehrer mangel-

haft. Der deutsche Ausschuß hofft durch Zusammenstellungen hierzu brauchbarer Schriften fördernd wirken zu können, wenn auch immer wieder betont werden muß, daß Bücher nur einen Anhalt geben können, nicht aber in die Naturwissenschaften hineinzuführen vermögen; dies vermag nur lebendiger Unterricht durch Anschauung und Versuch.

Für die höheren Schulen ist ein Erlaß vom 4. November 1910 seitens des Kgl. preuß. Kultusministeriums als ein Fortschritt des naturkundlichen Unterrichts auf der Oberstufe unbedingt anzusehen. Da in diesem eine Kürzung des fremdsprachlichen oder mathematischen Unterrichts empfohlen wird, um Zeit für die Naturwissenschaften zu gewinnen, ist er von philologischer Seite angefeindet worden, weil gefürchtet wird, daß den höheren Schulen dadurch die vorwiegend sprachliche Durchbildung teilweise verloren geht. Ohne irgendwelche Verminderung des Lehrstoffs in anderen Fächern ist natürlich für Biologie und Geologie keine Zeit zu finden. Es ist nur zu hoffen, daß solche Änderung pflichtgemäß werde wenigstens an realistichen Anstalten, nicht dem Ermessen der einzelnen Kollegien, d. h. vorwiegend dem der Direktoren, überlassen bleibe. An großen Schulen kann z. T. durch Gabelung auf der Oberstufe in eine philologisch-historische und eine mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung Zeit gefunden werden. An kleinen Lehranstalten aber stößt schon diese der Kosten wegen auf Schwierigkeit. Vor allem ist solche Einführung wie die durch freiwilligen Unterricht nur ein Notbehelf. Es sollen gerade die Schüler vorwiegend ausreichenden Unterricht in den Naturwissenschaften haben, welche ihre Kenntnisse in diesen Fächern nicht auf den Hochschulen vertiefen. Nicht nur für die künftigen Mediziner, für welche F. V. MÜLLER schon früher nachwies, daß realistische Vorbildung zweckmäßiger sei als humanistische, wie er es in Nr. 8 der „Schriften des deutschen Ausschusses" (Leipzig [TEUBNER]) ausführte, wird möglichst gründliche naturwissenschaftliche Durchbildung auf der Schule wünschenswert, sondern auch für Juristen, die sonst in allen naturwissenschaftlichen Fragen auf Sachverständige angewiesen sind. Bei allen anderen aber erfordert die allgemeine Bildung mehr naturwissenschaftliche Kenntnisse, als sie meist bisher auf den höheren Schulen geboten wurden. Ob aber bei nicht pflichtgemäßem Unterricht oder bei etwaiger Gabelung z. B. Juristen den für ihr Fach nötigen Unterricht genießen würden, ist sehr zweifelhaft, zumal da solche als Studenten für sie eigens eingerichtete Vorlesungen auf diesen Gebieten wenig besuchen. Deshalb muß dar-

nach gestrebt werden, für alle Schüler, wenigstens von realistischen Anstalten, Zeit auf der Oberstufe für pflichtgemäßen naturwissenschaftlichen Unterricht Zeit zu gewinnen.

Um die Methode in unseren Fächern zu heben, will der deutsche Ausschuß für die Naturwissenschaften ähnliche Erhebungen vornehmen wie sie die deutsche Abteilung der „internationalen mathematischen Unterrichts-Kommission" für Mathematik vorgenommen hat, falls ihm nur die nötigen Geldmittel dafür zur Verfügung stehen. Er hofft daher auch in Zukunft auf Unterstützung in dieser Beziehung seitens der in ihm vertretenen Gesellschaften, indem er zugleich denen, welche schon solche zuteil werden ließen, für diese dankt unter Hoffnung auf Fortsetzung.

Mitteilungen.

39. S. Karauschanow: Zur Frage nach der Bedeutung des Dioxyacetons als eines intermediären Produktes der alkoholischen Gärung.

(Eingegangen am 8. Juni 1911.

Im vorigen Jahre berichtete BOYSEN JENSEN[1]) über seine Versuche, welche zur Aufklärung von Fragen nach den intermediären Produkten der alkoholischen Gärung, nach der Trennung der die Zymase zusammensetzenden Enzyme usw. angestellt wurden.

Ich habe mich entschlossen, einige dieser Versuche zu wiederholen und zwar deshalb, weil sie, meiner Ansicht nach, in methodischer Hinsicht oft ungenügend zuverlässig sind. Ich meine die quantitativen Bestimmungsmethoden der verschiedenen Körper, mit welchen BOYSEN JENSEN zu tun hatte.

Sogar in Fällen, wo man schon über exakte Methoden verfügt, bedient sich BOYSEN JENSEN Verfahren, welche vielleicht weniger umständlich, aber ungenau sind. So z. B. bei der Bestimmung minimaler Kohlensäuremengen, zuweilen einiger Zehntel Milligramme[2]), wendet er die Barytitration an. In Anbetracht dessen, daß die Titration an der Luft geschah, welche ja kohlen-

1) „Sukkersonderdelingen under Respirationsprozessen hos højere Planter" Kobenhavn 1910.

2) l. c. S. 32, Vers. 1 und 2.

säurehaltig ist, ist die Genauigkeit der betreffenden Resultate bedenklich.

Noch weniger befriedigend ist die Methode, welcher BOYSEN JENSEN sich zur quantitativen Bestimmung des Alkohols bedient. Zu diesem Zweck wendet er das Alkoholometer von TRALLES an, dessen Angaben sich bei der Nachprüfung mit dem Pyknometer schon an der ersten Dezimale der Volumprozente als unrichtig erwiesen haben. Trotzdem bestimmt BOYSEN JENSEN den Alkoholgehalt in der betr. Flüssigkeit, deren Konzentration stets weniger als 0,1 Vol.-Proz. beträgt, und zwar (freilich unter Anwendung eines besonderen Verfahrens) sogar bis auf 0,001 Vol.-Proz. Ich lasse dabei schon außer acht, daß die Korrektion zu den Angaben des Alkoholometers, welche BOYSEN JENSEN auf Grund nur zweier vergleichender Bestimmungen ermittelt hat, kaum zuverlässig ist. Viel wichtiger ist die Tatsache, daß die Alkoholometer überhaupt zu relativ groben Instrumenten gehören, daß infolge der Kapillarität sogar die erste Dezimalstelle von Vol.-Proz. sich nicht sicher bestimmen läßt. Dessenungeachtet versucht jedoch BOYSEN JENSEN mit diesen Methoden sehr feine Werte zu bestimmen.

Zur Wiederholung habe ich diejenigen Versuche von BOYSEN JENSEN gewählt, welche sich auf die katalytische Spaltung des in Glyzerose befindlichen Dioxyacetons vermittelst Knochenkohle in Alkohol und Kohlendioxyd beziehen.

Glyzerose habe ich zu diesem Zweck nach der modifizierten FENTONschen Methode dargestellt, welcher sich auch BOYSEN JENSEN bedient hat. Auf je 10 ccm Glyzerin (dest. chem. rein von SARG in Wien) wurde zuerst 1 ccm einer Ferrosulfatlösung[1]) (1 : 10) und nach einiger Zeit eine Mischung aus 40 ccm 3 proz. Wasserstoffsuperoxyds und 60 ccm Wassers hinzugefügt. Die Mischung wurde langsam bis zum Sieden erwärmt und 7 bis 10 Minuten im Sieden erhalten. Das sich abscheidende Eisen wurde abfiltriert. Das Filtrat ist von saurer Reaktion und reduziert stark die FEHLINGsche Lösung in der Kälte. — Da BOYSEN JENSEN nicht angibt, ob er zur Darstellung der Glyzerose eine 3 vol.-proz. oder 3 gew.-proz. Wasserstoffsuperoxydlösung angewandt hatte, so wurde von mir bei jedem Versuche die Glyzerose unter Anwendung beider genannter Konzentrationen der Wasserstoffsuperoxydlösung dargestellt. Im ersten Falle wurde die Konzentration der Wasserstoffsuperoxydlösung nach Volumen, im

1) Sämtliche von mir angewandten Präparate, mit Ausnahme derjenigen, deren Bezugsquelle im Texte angegeben ist, wurden von KAHLBAUM bezogen.

zweiten Falle nach Gewicht berechnet. In den Versuchen, welche mit A bezeichnet sind, wurde die nach der ersten Methode dargestellte Glyzerose verwendet, in den mit B bezeichneten wurde die nach der zweiten Methode dargestellte Glyzerose angewandt.

Die Menge der sich aus der Flüsssigkeit abscheidenden Kohlensäure habe ich gewichtsanalytisch bestimmt. In einen etwa 2 Liter fassenden Kolben wurde die betr. Flüssigkeit hineingebracht: durch einen Kautschukpfropfen, der den Kolben schließt, gehen zwei Glasröhren hindurch, von welchen die eine fast bis zum Boden reicht, die andere jedoch am Pfropfen endet. Durch die erste Glasröhre wird von CO_2 befreite Luft durch den Kolben aspiriert, welche auch die in der zu untersuchenden Flüssigkeit gebildete CO_2 mitreißt. Mit der kurzen Glasröhre ist vermittelst einer dickwandigen Kautschukröhre eine U-Röhre verbunden, in der sich mit konz. Schwefelsäure befeuchteter Bimstein befindet; dann folgt der GEISSLERsche Kaliapparat und zuletzt wieder eine U-förmige mit Bimstein und konz. Schwefelsäure beschickte Röhre. Aus der Gewichtszunahme der beiden letzten Apparate wurde die Kohlensäuremenge ermittelt. Da beim Abwägen ein Fehler nicht größer als 0,1 mg gemacht werden kann, so können die erzielten Resultate als genügend genau betrachtet werden.

Die quantative Bestimmung von Alkohol geschah aus dem spezifischen Gewicht der Flüssigkeit, welches mit dem Pyknometer bestimmt wurde. Ich wandte zu diesem Zweck ein 50 ccm fassendes Pyknometer an, so daß, im Falle der Fehler beim Abwägen der Flüssigkeit 0,5 mg betrug, der Fehler bei der Angabe des spez. Gewichts nicht größer als $\pm$ 0,00002 wäre. Da für die Genauigkeit der fünften Dezimalstelle nicht garantiert werden kann, verwende ich bei meinen Berechnungen nur die ersten vier Zahlen nach dem Komma.

Zuerst beschloß ich, zu prüfen, ob sich auch wirklich bei der Einwirkung von Knochenkohle auf Glyzerose CO_2 entwickelt. Zu diesem Zweck wurde der folgende Versuch angestellt.

Versuch 1.

A. In den Kolben des oben erwähnten Apparates zur Bestimmung von CO_2 wurden 700 ccm Glyzerose hineingebracht und sodann 40 g Knochenkohle hinzugefügt. Der Luftstrom wurde während $3^1/_2$ Stunden hindurchgeleitet. Menge der CO_2 = 0,1476 g.

B. Die Versuchanstellung war die gleiche wie bei A. Menge der gebildeten CO_2 = 0,5468 g.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß sich bei der Einwirkung von Knochenkohle auf Glyzerose CO_2 entwickelt. Aber es entsteht hier die Frage, ob bei diesem Prozesse die Kohlensäureentwicklung auch von Alkoholbildung begleitet wird, ob wir es folglich hier mit einer Spaltung des Dioxyacetons im Sinne der Gleichung $C_3H_6O_3 = C_2H_5OH + CO_2$ zu tun haben. Eine Antwort auf diese Frage gibt der

Versuch 2.

A. Zu 800 ccm Glyzerose wurden 40 g Knochenkohle hinzugefügt, welche während 2 Stunden bei 130 ° C im Luftschrank sterilisiert wurde. Die Mischung wurde $21^1/_2$ Stunden stehen gelassen. Nach dieser Zeit wurde die Kohle abfiltriert und die erhaltenen 700 ccm des Filtrats wurden nach Hinzugabe von Natriumbisulfit, zur Bindung der sich eventuell darin befindenden Aldehyde, der Destillation unterworfen. Die 400 ccm des Destillats sind unter Hinzugabe von KOH destilliert worden. Das neue Destillat, in einer Quantität von etwa 250 ccm, wurde noch zweimal der Destillation unterworfen. Das Gewicht des letzten Destillats = 80,7 g. Das spez. Gewicht $d\,\frac{15°,5\ C}{15°,5} = \frac{49 \cdot 9854}{49 \cdot 9857}$ dieses Destillats, in Anbetracht des beim Versuch möglichen Fehlers, ist gleich 1,0000. Die Jodoformreaktion fiel negativ aus.

B. Zu 800 ccm Glyzerose sind 40 g Knochenkohle hinzugefügt worden, welche im Luftschrank $1^3/_4$ Stunden bei 125 ° C sterilisiert wurden. Die Mischung wurde $22^1/_2$ Stunden sich selbst überlassen. Nach Verlauf dieser Zeit wurde die Kohle abfiltriert und die erhaltenen 680 ccm des Filtrats sind derselben viermaligen Destillation, wie beim Versuch A, unterworfen worden. Das Gewicht des letzten Destillats = 77,8 g. Das spez. Gewicht dieses Destillats muß ebenfalls = 1,0000 gesetzt werden: $d\,\frac{15°,5}{15°,5} = \frac{49 \cdot 9858}{49 \cdot 9857}$. Die Jodoformreaktion ist negativ.

Zum Vergleich wurde die nicht mit Knochenkohle behandelte Glyzerose derselben Destillation unterworfen, wie die Filtrate im Versuch 2; das spez. Gewicht des Destillats $d\,\frac{15°,5}{15.5} = \frac{49 \cdot 9851}{49 \cdot 9857} = 1{,}0000$.

Aus dem Versuch 2 folgt, daß sich Alkohol in diesem Fall nicht bildet, und die CO_2 beim ersten Versuch hat sich nicht infolge der Dioxyacetonspaltung entwickelt, sondern infolge einer

anderen Ursache. Am wahrscheinlichsten ist die Annahme, daß wir es hier mit einer Zerlegung der Karbonate der Knochenkohle durch Säuren[1]) zu tun haben, welche sich in der Glyzerose befinden. Daß bei der Einwirkung von Säure auf Knochenkohle sich CO_2 entwickelt, beweisen folgende Versuche.

Versuch 3.

Zu 1 Liter dest. Wasser ist 1 ccm H_2SO_4 (KAHLBAUM, spez. Gewicht 1,84) hinzugefügt worden, die Flüssigkeit 30 Minuten im Sieden erhalten. Zu der abgekühlten Flüssigkeit wurden 40 g unsterilisierter Knochenkohle hinzugefügt. Der Luftstrom dauerte $3^1/_3$ Stunden. Die Gewichtszunahme des Kaliapparates = 0,1759 g.

Versuch 4.

Hier wurde die Knochenkohle (40 g) zuerst 2 Stunden bei 135 ° C im Luftschrank sterilisiert. Dauer des Luftstromes $3^1/_3$ Stunden. Die Gewichtszunahme des Kaliapparates = 0,1096 g.

Bei der Einwirkung von Säure auf Knochenkohle entwickelt sich Kohlensäure wahrscheinlich infolge der Zersetzung der Karbonate, die sich ja in der Knochenkohle befinden.

Schon bei der Darstellung der Glyzerose nach der oben beschriebenen Methode habe ich die saure Reaktion der Flüssigkeit bemerkt. Es fragt sich nun, ob sich eine genügende Menge Säure in der Glyzerose befindet, um 0,1—0,5 g CO_2 zu entwickeln. Um diese Frage zu lösen, habe ich die Glyzerose einer vergleichenden Titration unterworfen, welche nach A und B erhalten wurde, und auch die Lösung von 1 ccm H_2SO_4 in 1 Liter Wasser.

Es hat sich ergeben, daß zur Neutralisation der Säuren, unter Anwendung von Phenolphthalein als Indikator, in 25 ccm Glyzerose A 11,8 ccm Barytlösung einer bestimmten Konzentration angewandt wurden; zur Neutralisation der Säuren in 25 ccm Glyzerose B waren 49,4 ccm derselben Barytlösung nötig, und zum Schluß waren für 25 ccm der im Versuch 3 angegebenen Schwefelsäurelösung 14,5 ccm der Barytlösung notwendig. Da der Säuregehalt in der Glyzerose fast gleich oder sogar größer ist als der Gehalt an Säuren der Flüssigkeit, welche in den Versuchen 3 und 4 verwendet wurde, so müssen wir zu dem Schluß kommen, daß die Ursache der CO_2-Entwicklung im Versuch 1 nicht die katalytische Zersetzung des Dioxyacetons durch Knochenkohle ist, sondern wahrscheinlich die Zersetzung der Karbonate, die sich in der Knochenkohle befinden, durch die Säuren der Glyzerose.

1) Auf die saure Reaktion der Glyzerose habe ich schon hingewiesen.

BOYSEN JENSEN benutzt öfters die Einwirkung von Knochenkohle auf verschiedene Flüssigkeiten, um aus der Quantität der sich entwickelnden CO_2 auf die Dioxyacetonmenge in der Flüssigkeit zu schließen. Gerade auf Grund dieser Methode postuliert er die Wirkung nur der einen „Dextrase" in konzentrierten gärenden Substraten; nach derselben Methode untersucht er auch viele andere Fragen. Wenn wir uns nun die oben nachgewiesene Unabhängigkeit der CO_2-Entwicklung von der katalytischen Einwirkung der Knochenkohle auf Dioxyaceton vergegenwärtigen, so sind auch alle anderen Folgerungen von BOYSEN JENSEN, die auf den gleichen Versuchen basieren, ebenfalls als der Revision bedürftig zu betrachten.

Die vorliegende Arbeit wurde im Botanischen Laboratorium der Universität Odessa ausgeführt. Dem Direktor desselben, Herrn Prof. Dr. W. W. POLOWZOW, spreche ich für seine Hinweise und sein ständiges Entgegenkommen meinen innigsten Dank aus.

Odessa, den 6. Juni 1911.
Botanisches Laboratorium der Universität.

40. A. J. Lebedeff: Über die Bildung des Stickoxyds bei dem durch Bac. Hartlebi eingeleiteten Denitrifikationsprozeß.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 9. Juni 1911.)

Bei der Untersuchung des Denitrifikationsprozesses gelang es mir, zu konstatieren, daß die Entwickelung des *Bac. Hartlebi*[1]) von der Ausscheidung des Stickoxyds begleitet wird. Folgende Bedingungen sind für diese Erscheinung maßgebend: 1. der Organismus muß sich anaerob entwickeln, 2. als Nährlösung verwendet man:

weinsaures Kalium-Natrium } — 1,0 %
oder milchsaueres Natrium }
KNO_3 — 0,3 %
KH_2PO_4 — 0.05 %
$MgSO_4$ — 0.02 %
Fe_2Cl_6 — Spuren

1) Die Kultur wurde von KRÀL (Prag) bezogen.

Die Nährlösung hat schwach alkalisch zu reagieren, wozu ich das KOH verwende.

Als Versuchsgefäße benutze ich gewöhnliche Destillationskolben. Nachdem sie mit Nährlösung beschickt und sterilisiert sind, impfe ich, schmelze deren Hälse ab, evakuiere[1]) bis auf 0,01 mm und schmelze dann auch die Seitenröhren der Kolben ab[2]). Die Kulturen befinden sich dann im Thermostaten bei 26 ° C.

Schon nach 3—4 Tagen wird die Nährlösung trübe, bald aber darauf hört die rasche Entwickelung der Bakterien auf. In der Tat sieht man hier im Gegensatz zu anderen von mir untersuchten Denitrifikatoren (*B. pyocyaneus*, *B. centropunctatus*, *B. filifaciens* u. a.) weder Zunahme der Trübung noch Bildung deutlicher Häutchen.

Zu gleicher Zeit ergibt die Messung der im Innern des Kolbens befindlichen Atmosphäre, daß die erwähnte Entwickelung von *Bac. Hartlebi* von einer reichlichen Gasausscheidung begleitet wird.

Namentlich bildet sich dabei hauptsächlich CO_2 nebst ganz ansehnlicher Menge von NO.

Das Stickoxyd kann auf dreierlei Weise erkannt werden.

1. Führt man in den Kolben mit Kultur von *B. Hartlebi* Luft hinein, so wird das Gasmedium im Innern des Kolbens braun. Offenbar findet hierbei eine Oxydation von farblosem NO bis zu braunem N_2O_3 und N_2O_4 statt.

2. Läßt man die im Kolben gebildeten Gase ausströmen, so nimmt man sofort einen starken Geruch von NO_2 wahr.

3. Die Gegenwart von NO läßt sich unschwer auch dadurch nachweisen, daß dieses Gas sich rasch zu N_2O_3 und N_2O_4 oxydiert und, falls Wasser vorhanden ist, HNO_2 und HNO_3 bildet[3]).

Auf dieser Eigenschaft des Stickoxyds basiert auch dessen quantitative Analyse. Die NO-Menge ergibt sich gerade aus der Volumverminderung des Gasgemisches, sobald das letztere mit dem Sauerstoffüberschuß in Berührung kommt.

Ich möchte betonen, daß bei dieser Bestimmungsmethode sich immer etwas niedrigere NO-Mengen ergeben als es der Wirklichkeit entspricht.

Es seien jetzt die Resultate meiner 7 Versuche angeführt. Ver-

1) Mit der Öl-Luftpumpe (PFEIFFER, Wetzlar).

2) A. I. NABOKICH, Abderhalden, Biochem. Arbeitsmethoden, III. Bd., 2. H., S. 507.

3) MENDELEJEFF, Grundriß der Chemie, 1895, S. 205 (Russisch).

suche Nr. 1—6 wurden mit 1proz. weinsaurem NaK angestellt und dauerten je 21 Tage; Versuch Nr. 7 wurde mit 1proz. milchsauerem Na angestellt und dauerte 55 Tage. Die Entwickelung der Bakterien fing überall nach 3 Tagen an.

Nr. des Versuchs	NO in %	CO_2 in %[3])	Gasdruck im Kolben in mm Hg[1])	Gasvolum im Kolben in ccm	Volum der Nährlösung in ccm	Barometerstand	Temperatur	Menge in ccm von[2])	
								NO	CO_2
1	**4,62**	83,93	116,9	496,0	99,0	756,2	20,0	**3,28**	70,91
2	**4,75**	82,87	173,0	583,0	99,0	761,5	„	**5,87**	119,26
3	**7,54**	83,85	91,1	701,0	99,0	756,2	„	**5,90**	74,53
4	**6,61**	84,16	140,3	587,0	100,0	761,5	„	**6,67**	100,13
5	**8,48**	82,10	146,1	543,0	100,0	761,5	„	**8,25**	94,65
6	**10,74**	79,24	121,0	589,0	100,0	756,2	„	**9,38**	80,60
7	**4,66**	66,22	149,1	1193,0	221,0	756,2	„	**10,16**	170,60

Aus der obigen Tabelle geht klar hervor, daß die Reduktion des Salpeters bis zum Stickoxyd sehr intensiv und dem Anschein nach unabhängig von dem energetischen Material fortschreitet. Die Fähigkeit zur geschilderten Reduktion bekommt auch *B. pyocyaneus* zu, und zwar beim anaeroben Züchten auf milchsauerem Na.

In diesem Falle war aber die NO-Menge zu klein, um analytisch bestimmt zu werden. Die Gegenwart des Stickoxyds wurde deshalb nur ebenso erkannt wie sub 2 angegeben ist.

Zum Schluß möchte ich erwähnen, daß eine biologische Stickoxydausscheidung schon längst bekannt ist. So beobachtete SCHLÖSING und REY[4]) dieselbe bei der Gärung des Saftes von Tabakblättern, der mit Käse vermischten Zuckerlösung usw. Dasselbe fand auch DEHÉRAIN[5]) beim Einimpfen von Mist in — 100 Wasser, 0,25 Stärke, 0,2 Salpeter und 0,01 K_2HPO_4.

Die eben zitierten Beobachtungen beziehen sich jedoch auf unreine Kulturen und auf Substrate, welche reichliche Mengen (1) von Eiweiß und anderen Stickstoffverbindungen enthielten.

Meine Untersuchung des Denitrifikationprozesses wird fortgesetzt.

Agrikulturchemisches Laboratorium der Universität Odessa, den 5. Juni 1911.

1) Nach der Temperatur- und Wasserdampftensionskorrektur.

2) Nach der Reduktion auf 0° C und 760 mm Hg.

3) CO_2-Menge wurde erst nach der Ansäuerung der Nährlösung mit H_3PO_4 bestimmt, was gleichfalls die reale NO-Menge herabsetzen konnte.

4) SCHLÖSING ET REY, Compt. rend. 1866, p. 237—239, t. 66.

5) DEHÉRAIN, Compt. rend. t. 124, 1897, p. 270.

41. H. H. Zeijlstra Fzn.: Versuch einer Erklärung der „Sereh"-Erscheinungen des Zuckerrohrs.

(Eingegangen am 12. Juni 1911.)

Wie bekannt, zeigte sich in den achtziger Jahren auf Java eine Krankheit des Zuckerrohrs, die, weil die kranken Pflanzen oft den Rasen des „Sereh"-Grases *(Andropogon Schoenanthus)* ähneln, mit dem Namen „Sereh"-Krankheit belegt wurde. Diese Krankheit hat ungeheuren Schaden verursacht und zwingt die Javapflanzer, kostspielige Maßregeln zu treffen, um lohnende Ernten zu bekommen. Vom ersten Erkennen der Krankheit, im Jahre 1882, an, haben die Versuchsstationen sich befleißigt, die Ursachen der Krankheit kennen zu lernen. Bis jetzt sind aber alle Erklärungen gescheitert. TREUB und SOLTWEDEL fanden Nematoden, KRÜGER und JANSE Bakterien, WENT Pilze als primäre Krankheitserreger; auch RACIBORSKI betrachtete die „Sereh" als parasitär, während VALETON und BENECKE nur mit Vorbehalt sich für diese Meinung aussprechen. WAKKER dagegen meinte, die Krankheit sei nicht infektiös, sondern Folge verschiedener Faktoren, z. B. erblicher Neigung zur Gummifizierung der Gefäße, schwacher Wurzelentwicklung, ungenügender Wasserzufuhr usw.

Ende 1907 veröffentlichte J. E. VAN DER STOK eine Arbeit[1]) in der er die „Sereh"-Krankheit von ganz anderer Seite betrachtete. Er verneint den Parasitismus und die infektiöse Natur der Krankheit. Die „Sereh"-Pflanzen seien Zwerge und treten infolge vegetativer Doppelrasse-Variabilität auf. J. D. KOBUS[2]) lieferte eine eingehende Kritik der VAN DER STOKschen Hypothese und zeigte in wichtigen Punkten ihre Unhaltbarkeit.

Obwohl ganz mich KOBUS anschließend, meine ich doch, daß VAN DER STOK einen guten Griff getan hat. Leider hat er diese verwirrenden Erscheinungen allzu einfach zu erklären versucht. Ich meine, durch eine Erweiterung ist seine Hypothese sehr wohl mit den Tatsachen in Übereinstimmung zu bringen. Es sei mir gestattet, meine Ansichten über die Natur der „Sereh"-Erscheinungen hier auseinanderzusetzen.

1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1907, S. 581.

2) Jaarverslag van het Proefstation voor de Java-Suikerindustrie, 1907, S. 40.

Mit Unrecht leugnete VAN DER STOK die infektiöse Natur der Krankheit. Wir wissen genau, wie seit 1882 die „Sereh" sich allmählich von Ardjawinangon in Cheribon, wo sie zum ersten Male beobachtet wurde, ausgebreitet hat; Schritt für Schritt können wir das Auftreten verfolgen; immer benachbarte Anpflanzungen verheerend, hatte die „Sereh" 1892 ganz Java, mit Ausnahme der Berggegenden, infiziert. Wurde Pflanzmaterial („Bibit") von einer kranken Pflanzung in noch nicht infiziertes Gebiet ausgepflanzt, so entstand ein neuer Infektionsherd. Die Unabhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit und die Ausbreitungsweise sind nur durch Annahme einer infektiösen Natur zu erklären, trotz des negativen Erfolges der bis jetzt ausgeführten Untersuchungen.

Andererseits aber zeigen Zuckerrohrfelder niemals ausschließlich „sereh"kranke Pflanzen. Immer gibt es eine gewisse Anzahl gesunder Stöcke. Wenn man „Bibit" aus einer gesunden Berggegend ins Tiefland pflanzt, bekommt man eine mehr oder weniger völlig gesunde Anpflanzung. Benutzt man jetzt die jungen Spitzen der Stöcke („Topbibit"), so bekommt man die sogenannte „Erste-Generation"-Anpflanzung, welche zwar eine Anzahl krankhafter Individuen enthält, jedoch für die Kultur meistens noch lohnend ist. Schreitet man in gleicher Weise zur „Zweiten-Generation", so ist die Anzahl „sereh"kranker Pflanzen viel größer; der Ertrag eines solchen Feldes ist nur selten lohnend. Immer gibt es aber ganz gesunde Exemplare zwischen den kranken. Experimentell hat S. A. ARENDSEN HEIN gezeigt[1]), daß, wenn man die Kultur fortsetzt, in der dritten, vierten bis n-ten Generation die Produktion nicht weiter zurückgeht, da die Anzahl „sereh"kranker Pflanzen annähernd konstant geworden ist.

Diese Tatsachen stehen mit einer Deutung des Zuckerrohrs als Doppelrasse im Einklang; obwohl wahrscheinlich korrelative morphologische Merkmale nachweisbar sein werden, beschränke ich mich hier auf das einzige variierende Merkmal, das uns interessiert: die Immunität gegen die Angriffe der „Sereh"-Krankheit.

Am schönsten kann man das Zuckerrohr vergleichen mit einer torsionsfähigen Rasse von *Dipsacus sylvestris*. Sät man diese Rasse aus, so bekommt man teilweise normale Pflanzen, teilweise solche mit Zwangsdrehung, und zwar in einem bestimmten prozentischen Verhältnis der letzteren. Je besser die äußeren Umstände, um so mehr tordierte Individuen wird man bekommen bis zu einer gewissen Grenze, welche für *Dipsacus sylvestris torsus* z. B. 45 pCt. ist. Man

1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1896, S. 2.

bekommt den gleichen Erfolg mit Samen der normalen wie mit solchen der anormalen Individuen. Genau so verhält es sich meines Erachtens beim Zuckerrohr. Hier sind die normalen Exemplare immun, die anormalen empfindlich. Je besser die äußeren Wachstumsbedingungen sind, um so mehr nichtimmune Pflanzen erhält man. Weil die klimatologischen Umstände des Tieflandes dem Zuckerrohre weit günstiger sind als diejenigen des Gebirges, nimmt die Zahl immuner Pflanzen mit der Höhe der Anpflanzungen ab, doch bleibt eine bestimmte Anzahl normaler Pflanzen jedenfalls auch unter günstigen Umständen übrig. Wie groß diese Zahl ist, läßt sich leider vorläufig nicht berechnen, weil ARENDSEN HEIN die Resultate seiner Untersuchungen in Anzahl Stöcke, pro „Bouw", Gewicht usw. angibt. Hauptsache ist nur, daß eine Grenze existiert, bei welcher ein Gleichgewicht zwischen kranken und gesunden Pflanzen eintritt.

Schon VAN DER STOK betonte, daß die „Sereh" durch bessere Umstände gefördert wird, weil im Bergklima „Sereh" sporadisch, im Tieflande bei dem schnelleren Wachstum der Stöcke dagegen sehr zahlreich ist. KOBUS machte den Einwand, daß — ganz entgegen unseren Erfahrungen bei Doppelrassen — Exemplare des Zuckerrohres in ungünstiger Lage schneller krank werden als die übrigen; so z. B. tritt „Sereh" stärker auf bei schlecht bearbeitetem Boden, ungenügender Düngung, Regenmangel oder überflüssigem Wasser, spätem Auspflanzen, bei Angriffen von Zuckerrohrfeinden usw., während beim primären Auftreten der „Sereh" die kranken Pflanzen fast ausnahmslos in der unmittelbaren Nähe der Gräben gefunden werden, wo die Bedingungen am schlechtesten sind.

Dieser Einwand trifft die VAN DER STOKsche Hypothese, steht jedoch mit der von mir umgeänderten Erklärung im Einklang. Für das Auftreten einer kranken Zuckerrohrpflanze bedarf es zweierlei Faktoren; erstens einer empfindlichen Pflanze, zweitens eines Angriffes seitens des — wenigstens im Tieflande Javas — offenbar überall verbreiteten Krankheitserregers. Während der erstere Faktor durch die höhere Temperatur begünstigt wird, und vielleicht die intensive Kulturmethode des modernen Zuckerrohrbaues auf Java das Auftreten einer maximalen Anzahl infizierbarer Pflanzen herbeiführt, sind die ungünstigen lokalen Umstände dem Angriffe seitens des Krankheitserregers förderlich; mit anderen Worten: der Gehalt „sereh"kranker Pflanzen wird auf die Dauer im Tieflande, wo bessere klimatologische Zustände herrschen als im Gebirge, deswegen größer sein, aber je mangelhafter die Bearbeitung usw., um

so schneller werden alle infizierbaren Exemplare auch in der Tat die „Sereh"-Krankheit zeigen.

Wir haben im Großbetrieb bei dem Zuckerrohr ausschließlich mit vegetativer Fortpflanzung zu rechnen. Auch die Doppelrasse-Variabilität ist hier also vegetativ, ein Prozeß von Knospenvariation. Ob ein Stock immun sein wird oder nicht, wird schon bei der Anlage der Knospe entschieden; ist also abhängig von den Umständen, unter welchen die Knospe angelegt wurde, das heißt von den Zuständen der vorhergehenden Generation. „Import-Bibit" wird sich also im Tieflande ebenso verhalten wie im Gebirge; nur sporadisch finden sich „sereh"kranke Stöcke vor. Die Knospen dagegen werden im Tieflande gebildet, liefern also eine Anpflanzung erster Generation mit einem gewissen Gehalt infizierbarer Pflanzen; die sekundären Umstände bestimmen, wie viele unter ihnen in der Tat krank werden. In der zweiten Generation ist das Gleichgewicht erreicht zwischen immunen, nichtimmunen und kranken Pflanzen; während der folgenden Generationen ändert sich der Gehalt nicht beträchtlich.

Bis jetzt hat man meines Wissens niemals versucht, die oft komplizierten Erscheinungen beim Auftreten von Pflanzenkrankheiten durch Doppelrasse-Variation physiologischer Merkmale zu erklären, wie man freilich sich im allgemeinen noch wenig mit der Erforschung physiologischer Varietäten und elementarer Arten höherer Pflanzen beschäftigt hat. Ebensowenig wie man gezögert hat, diese Begriffe bei Bakterien, Uredineen usw. zu benutzen, darf man sie meines Erachtens auch bei höheren Pflanzen verwerfen.

Meine Betrachtungen führen mich also zu den folgenden zwei Thesen:

1. Das Zuckerrohr ist eine Doppelrasse, variierend in bezug auf Empfänglichkeit für die Angriffe der „Sereh"-Krankheit.

2. Die „Sereh"-Krankheit ist eine Infektionskrankheit, dessen Erreger bis jetzt unbekannt ist.

Haarlem, den 8. Juni 1911.

42. C. Steinbrinck: Über die Ursache der Krümmungen einiger lebender Achsenorgane infolge von Wasserverlust.

(Zweite Mitteilung.)

(Mit 2 Textfiguren.)

(Eingegangen am 13. Juni 1911.)

Die Trockenkrümmung der Zweige von *Selaginella lepidophylla* und *peruviana*.

Kaum war die erste Mitteilung über das erstgenannte Thema, die sich hauptsächlich mit der Krümmung einiger Moosstämmchen beschäftigte, in diesen Berichten (Bd. 28: 1910, S. 550 ff.) erschienen, als mich ein Augenübel von neuem befiel und zur Einstellung meiner Untersuchungen zwang. So bin ich denn genötigt, mich hinsichtlich der beiden obenerwähnten *Selaginella*-Arten, von denen meine Untersuchung eigentlich ausgegangen war, und die den Kern derselben bilden sollten, auf die Ergebnisse zu beschränken, die mir damals schon vorlagen. Sind diese nun auch namentlich bei *Selaginella peruviana* noch sehr lückenhaft, so hoffe ich, daß ihre Veröffentlichung dennoch einiges Interesse bieten und namentlich zur Klärung der Hauptfrage beitragen wird, inwieweit bei lebenden oder wassergefüllten Geweben Membranschrumpfung als mechanischer Faktor in Wirksamkeit treten kann.

Bezüglich der *S. peruviana*, die ich nicht selbst kultiviert habe, sondern nur von eingetrockneten Exemplaren kenne, wie sie mir aus Lima zugingen (dies. Ber. 1910, S. 552), muß ich mich kurz fassen, denn ich habe sie nur nebenher geprüft und mich hauptsächlich mit *S. lepidophylla* beschäftigt. Diese letztere dagegen habe ich längere Zeit während ihrer Vegetation beobachten können, da wenigstens das eine der mir zugegangenen Exemplare anwurzelte, fortwuchs und im Zentrum der Rosette neue Triebe bildete.

1. *Selaginella peruviana*.

Herr Prof. WEBERBAUER äußerte (15. August 1910) sich brieflich über diese Pflanze folgendermaßen: „Sie wächst im westlichen Teil der peruanischen Anden zwischen 1800 und 3400 m Seehöhe, und zwar in einer lockergebauten, aus Kräutern und vereinzelten niedrigen Sträuchern, sowie aus Cacteen gemischten Xerophyten-Vegetationen an sonnigen Abhängen, namentlich auf

felsigem Substrat. Von Mai bis Oktober fehlen die Niederschläge vollständig. In dieser Zeit verdorren alle Kräuter, und die Sträucher verlieren ihr Laub. Die *Selaginella peruviana* ist dann völlig eingetrocknet. Ihre Zweigenden krümmen sich, und ihre Blätter legen sich an das Stämmchen. Bei Befeuchtung sind die Zweigenden geradegestreckt und die Blätter spreizen. Ich konnte an frischem Material diese Veränderungen beobachten und feststellen, daß 3 Stunden nicht ausreichten, um die Turgeszenz hervorzurufen. Vom November an fallen reichliche Niederschläge. Aber auch in dieser Zeit trocknet *S. peruviana* häufig ein, wenn mehrere Stunden hindurch die Sonne scheint."

Über die anatomische Ursache der erwähnten Zweigkrümmungen gibt das Mikroskop leicht Aufschluß[1]). Die Zweiglein von *S. peruviana* haben nämlich wie die Achsenorgane von *Leptodon*, *Leucodon* usw. einen Stereomring, der aus parallel zur Zweigachse laufenden Fasern aufgebaut, aber auf der Rücken- und Bauchseite (d. h. in den konvex- bzw. konkavwerdenden Regionen) verschieden ausgebildet ist. Besonders auffällig ist an Schnitten durch den Spitzenteil der Zweige, daß das Stereom der Rückenseite[2]) schon sehr frühzeitig ausgebildet wird, während das gesamte übrige Gewebe des Zweigendes noch meristematischen Charakter trägt. Die langgestreckten und schon sehr dickwandigen Fasern dieser Stereompartie bilden, bis in die nächste Nähe der Vegetationspunkte hinziehend, gewissermaßen einen festen Schutzschild oder einen Rückenpanzer, hinter welchen sich das ganze übrige noch zartwandige Gewebe[3]) beim Austrocknen zurückzieht und gleichsam verkriecht. Hierbei wird es außerdem von den überragenden Blättern geschützt, die auf der Außenseite ebenfalls in dieser Weise gepanzert sind.

Recht überraschend tritt die Ausbildung dieses Rückenschutzes für jede junge Zweiganlage hervor, wenn man Längs- und Querschnitte durch den oberen Teil der Hauptzweige mit

1) Die Pflänzchen waren Mitte August von Lima abgegangen, entstammten also der Ruheperiode. Ihre hakenförmig oder annähernd halbkreisförmig gekrümmten Zweige waren äußerlich einfach, zeigten aber auf Schnitten eine reiche Anlage von Verästelungen.

2) Ich habe mich nicht entschließen können, die gewölbte Seite der trocknen Zweige nach dem Vorgang von Wojnowic (vgl. d. 1. Mitteilung, dies. Ber. 1910, S. 554) als Bauchseite zu bezeichnen, sondern entsprechend der zitierten Definition von Bischoff die Unterseite der Äste von *Sel. lepidophylla* die Rückenseite genannt. Da diese beim Austrocknen konvex wird, so nehme ich an, daß es sich bei *S. peruviana* ebenso verhält.

3) Einschließlich des späteren ventralen Stereoms.

GRENACHERs wäßriger Borax-Carmin-Lösung (s. STRASBURGER, klein. bot. Prakt. 1902, Register S. 243) behandelt. Von dem gesamten zartwandigen, protoplasmareichen und daher tiefrot gefärbten Gewebe hebt sich sowohl an der Achse des Hauptzweiges, sowie an jeder seiner Seitenanlagen eine ein- bis mehrreihige Platte stark verdickter und ungefärbter Faserzellen ab, die den erwähnten Schutzpanzer zusammensetzen.

An Radialschnitten tritt dieser Rückenschutz auch ohne künstliche Tinktion durch die Farbwirkung des polarisierten Lichtes sehr auffällig hervor. Diese Färbung lehrt, daß jene Fasern eine sehr ausgesprochene „Längsstruktur" ihrer Membran besitzen, also in der Richtung der Zweigachse sehr wenig schrumpfen. Da aber das übrige vollsaftige Gewebe mit seinen zarten Wänden naturgemäß sehr stark schrumpfelt, so erklärt sich die starke Krümmung der Zweigenden beim Austrocknen daraus ganz einfach.

Sobald sich aber das Stereom der Bauchseite ebenfalls deutlicher und stärker herausbildet, tritt zu dem obenerwähnten Gegensatz noch ein anderer. Es stellt sich nämlich auch hier wie bei *Leptodon*, *Leucodon* und *Orthotrichum Lyellii* (s. d. erste Mitt. dies. Ber. 1910, S. 556—558) ein Unterschied in der Membranstruktur ein. Denn die Stereomfasern der Konkavseite weisen im polarisierten Lichte Subtraktionsfarben auf, wenn die der Konvexseite additiv gefärbt sind und umgekehrt. Hierdurch verraten also ihre Wandungen eine starke Schrumpfungsfähigkeit nach der Längsrichtung des Organs und werden daher zu seiner Trockenkrümmung beitragen.

In dem Träger der erwähnten Seitenzweige, dem aufrechten Stämmchen, ist ein solcher Strukturunterschied innerhalb des Stereoms nicht oder doch viel weniger stark ausgesprochen. Daher nimmt dieses auch an der Trockenkrümmung kaum oder nur wenig Anteil.

2. *Selaginella lepidophylla.*

Die Exemplare, die mir zur Verfügung standen, waren erheblich größer als die von WOJNOWIC auf Tafel I abgebildeten. Die längsten Äste der Pflanzen, die im durchtränkten Zustande rosettenförmig ausgebreitet, im trocknen kuglig zusammengeballt sind, waren etwa 17 cm lang und, zusammen mit ihren flachen Seitenzweigen, 2 cm breit. Bezüglich ihres Baues verweise ich im allgemeinen auf die Beschreibung von WOJNOWIC und hebe nur das hervor, was für unser Thema in Betracht kommt. Beim Austrocknen rollt sich jeder einzelne der flachen lebenden Äste von

der Spitze her spiralig nach oben ein. Wie bei den bisher besprochenen Pflanzen ist bei dieser Krümmung wieder das Stereom in erster Linie beteiligt, und zwar ist auch hier ein scharfer Gegensatz zwischen dem Stereom der Ober- und der Unterseite festzustellen. Ich lasse hierbei die Unterschiede in der Form und Färbung der beiderlei Zellen, in der Mächtigkeit ihrer Zellagen usw. beiseite und beschränke mich auf das, was zum Verständnis des Krümmungsmechanismus unbedingt nötig ist. In dieser Hinsicht ist[1]) vor allem hervorzuheben, daß die Kontraktionsdifferenzen in den antagonistischen Stereommembranen nicht allein wie bei *Selaginella peruviana* und den besprochenen Moosen, durch feine Strukturverschiedenheiten bedingt sind, die erst im polarisierten Licht sehr augenfällig hervortreten würden, sondern auf einer eigenartigen Anordnung der Stereomzellen der Oberseite beruhen, die im anatomischen Bilde sofort hervortritt.

WOJINOWIC hat den charakteristischen Verlauf der Stereomelemente (schematisiert) in Fig. 8 Taf. II seiner Abhandlung dargestellt. Das Bemerkenswerte daran ist, daß die Stereomfasern der Unterseite wie gewöhnlich der Längsachse des Organs parallel streichen, daß aber auf der Oberseite, wo das Stereom bedeutend mehr Raum einnimmt, diese Richtung nur von den Stereomzellen beibehalten wird, die dem zentralen Gefäßstrang benachbart sind, während sich die anstoßenden Stereomreihen radial nach außen wenden. Dabei sind die Zellen der letzteren anfänglich schräg aufwärts gerichtet, stellen sich aber desto mehr rechtwinklig zur Oberseite der flachen Äste ein, je näher sie dieser kommen. In der äußersten (obersten) Grenzzone verkürzen sie sich und werden annähernd isodiametrisch.

Diese bogige Ausgestaltung der Zellreihen findet sich nach dem Befunde von WOJINOWIC unter allen untersuchten *Selaginella*-Arten nur bei *lepidophylla*. Über die mechanische Bedeutung derselben ist sich WOJINOWIC nicht recht klar geworden. Er äußert zwar (S. 11), daß sie „mit der Einrollung beim Austrocknen, wie später gezeigt werden wird, zusammenhängt". Ich finde aber bei WOJINOWIC „später" nur noch auf S. 28 eine Stelle, worin er auf diese Frage zurückkommt. Dort heißt es: „Die einseitige Anordnung der Zellen in Kurven, verbunden mit der stärkeren Verdickung der Wände, ermöglicht jene starke Einwärtskrümmung und nachherige völlige Entfaltung der Wände, wie sie für *S. lepidophylla* charakteristisch ist." In welcher Weise aber jene Umlage-

[1]) Abgesehen davon, daß, wie bei *S. peruviana*, das Stereom der Rückenseite weit früher fertig ausgebildet ist als das ventrale.

rung der Zellen die Einrollung nach WOJNOWICs Ansicht begünstigen soll, habe ich aus seiner Abhandlung nicht ausfindig machen können. Wie er sich dagegen die Wirkung der ungleichen Wandverdickung denkt, geht aus S. 27 hervor. Es heißt dort nämlich: „In der Tat haben wir gefunden, daß bei *S. lepidophylla* die konkave Seite der trockenen Äste aus Zellen aufgebaut ist, welche merklich stärker verdickt und in größerer Mächtigkeit vorhanden sind als diejenigen der konvexen Seite; beim Austrocknen eines frischen Stengels verliert daher diese Seite mehr Wasser und zieht sich dementsprechend auch mehr zusammen als die entgegengesetzte; das ganze Organ krümmt sich daher einwärts."

Es sei hier gleich bemerkt, daß diese letzterwähnte Auffassung von WOJNOWIC nicht stichhaltig sein kann, denn dort, wo die Krümmungen am stärksten auftreten, nämlich in den jüngeren Geweben, ist im Gegenteil die Wandverdickung bei dem Stereom der Unterseite weit stärker entwickelt als auf der Oberseite [1]). Doch lassen wir die Auseinandersetzung hierüber vorläufig beiseite und kommen wieder auf die Erklärung der bogigen Stereomreihen der Oberseite zurück.

Offenbar hat WOJNOWIC hierbei der Vergleich mit dem Bau anderer Austrocknungsmechanismen gefehlt. Wer auf diesem Gebiete bewandert ist, dem wird sofort die Analogie der geschilderten Zellenanordnung mit derjenigen mancher aufspringenden Trockenfrüchte auffallen. Schon in meiner Dissertation von 1873 sind solche Fälle an der „Hartschicht" der Kapseln von *Syringa*, *Scrophularia* und einigen Liliaceen beschrieben (l. c. S. 26—34) und in der Zusammenfassung (S. 50—52) auch allgemeiner gewürdigt worden. Späterhin ist die Einrichtung, Kontraktionsdifferenzen beim Austrocknen durch verschiedene Orientierung von Zellen zu erzielen, als „erstes dynamisches Bauprinzip" solcher Mechanismen hingestellt worden (dies. Ber. 1884 S. 392 ff. und 1888 S. 387 sowie EICHHOLZ, Untersuchungen üb. d. Mech. einiger z. Verbreitung von Samen und Früchten dienender Bewegungserscheinungen, PRINGSH. Jahrb. 1885, XVII, S. 550—553).

Es hat damit nämlich folgende Bewandtnis. Da die Zellwände der allermeisten gestreckten Zellen infolge ihrer Struktur nach der Längsachse derselben nur in ganz geringem Maße schrumpfen und ihre Kontraktion senkrecht zur Achse ganz erheblich stärker ist, so benutzt die Pflanze zur Erzielung ausgiebiger

1) Es steht dies in engem Zusammenhange mit der frühzeitigeren Ausbildung des dorsalen Stereoms.

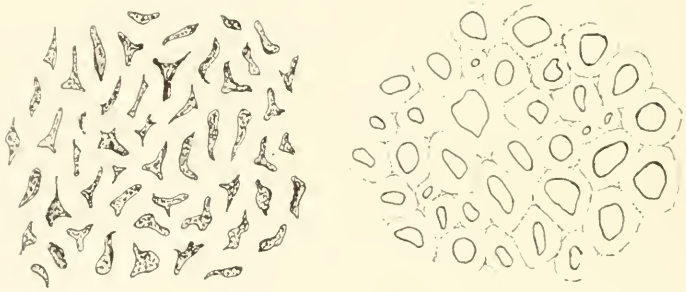
Trockenkrümmung häufig das Mittel der Zellenkreuzung, derart, daß die Zellachsen in der Kontraktionszone senkrecht zur Kontraktionsrichtung zu liegen kommen, in der Widerstandszone dagegen in die Richtung des größten Verkürzungswiderstands fallen. (Vgl. darüber z. B. JOST, Vorlesg. üb. Pflanzenphysiol., 1908, S. 486, und HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanat. 1896, S. 471[1]). Das Polarisationsmikroskop lehrt nun hinsichtlich der *Sel. lepidophylla*, daß ihre Stereomzellen durchweg zu denen gehören, deren Wandungen „Steilstruktur" besitzen, sich also der Länge nach nur wenig, dagegen in der Quere ziemlich stark kontrahieren (Messungen ergaben in letzterer Richtung 10—14 pCt., in der ersteren sehr geringe Beträge). Hiernach scheint sich diese *Selaginella* somit ganz gut in den Rahmen der Schrumpfungsmechanismen einzufügen. In der Tat hat WOJNOWIC unsere *Selaginella* auch hierher gerechnet. Nach ihm soll die Einrollungsbewegung ja ausschließlich auf der Schrumpfung der Stereommembranen beruhen (vgl. die Zitate oben S. 338). Meines Erachtens liegt aber bei *S. lepidophylla* der Hauptsache nach trotzdem ein Kohäsionsmechanismus vor. Inwiefern diese Ansicht begründet ist und inwieweit mit diesem Kohäsionsmechanismus die Membranschrumpfung in WOJNOWIC's Sinne Hand in Hand geht, soll nunmehr eingehend dargelegt werden.

1. Erinnern wir uns aus der ersten Mittteilung (dies. Ber. 1910, S. 559), daß auch in den Moosstämmchen von *Leptodon* und *Leucodon* beim Eintrocknen ein starkes Schrumpfeln eintritt, daß dieses jedoch für die Trockenkrümmungen dieser Stämmchen erst an zweiter Stelle (indirekt) in Betracht kommt, so wird uns zunächst klar werden, warum die charakteristische Umlagerung der Stereomzellen bei *Sel. lepidophylla* nicht allein dem Schrumpfungsmechanismus zugute kommen, sondern mindestens in gleichem Maße auch für einen Kohäsionsmechanismus günstig sein kann. Denn bei jenen Moosachsen wird ja die direkte Beteiligung des Kohäsionszuges an der Verkürzung der Konkavseite dadurch beeinträchtigt und sogar nahezu ganz ausgeschlossen, daß die Längsachsen der schrumpfelnden Zellen in die Krümmungsrichtung

1) Die andere Einrichtung, die wir bei den 3 Moosstämmchen und bei *Sel. peruviana* fanden, daß nämlich die Richtung der Zellachsen im ganzen beteiligten Gewebe dieselbe bleibt und nur die Schrumpfungsellipsoide der Membranen gekreuzt werden, ist der obenerwähnten früher als „zweites dynamisches Bauprinzip" zur Seite gestellt worden (vgl. EICHHOLZ l. c. S. 552 und diese Ber. 1888, Bd. VI, S. 387).

fallen. Die Biegungswiderstände der Membranen gestreckter Zellen bringen es nämlich mit sich, daß ihre Kontraktion auch beim Schrumpfeln fast ausschließlich in der Querrichtung erfolgt[1]). Indem nun die Stereomzellen der Konkavseite bei *Sel. lepidophylla* senkrecht zur Krümmungsrichtung gelagert sind, ist dadurch jedenfalls ihre Befähigung, durch Kohäsionszug zur Krümmung beizutragen, falls sie überhaupt schrumpfeln, in hohem Maße gesteigert worden.

2. Daß diese Zellen aber wirklich in den jüngeren noch nicht ausgewachsenen Teilen der Äste einer starken Schrumpfelung unterliegen, läßt sich an Schnitten durch eingerollte lebende Äste leicht erkennen, wenn man sie in Öl untersucht. Innerhalb der obersten



1a 1b

Fig. 1. *Selaginella lepidophylla*, lebender Ast; Querschnitt des ausgetrockneten Stereoms der Oberseite, 5 cm unter dem Gipfel des Astes. 1a im geschrumpfelten Zustande unter Öl betrachtet. — 1b ein entsprechendes Querschnittsstück wie 1a, durch Wasserzusatz wieder entfaltet und dann von neuem ausgetrocknet.

Region der Äste, bis zu 6 cm und weiter von ihrem Gipfel entfernt, fand ich selbst bei schon ziemlich stark verdickten Stereomzellen der Oberseite die Wände sowie die Lumina wurmförmig verbogen (s. Fig. 1a). Bei Zusatz von Wasser schwand diese Deformation; die regelmäßigere Maschenform kam wieder zum Vorschein und blieb nun auch bestehen, wenn man die dünnen Schnitte nachträglich wieder der Austrocknung überließ (s. Fig. 1b).

3. Entsprechende Beobachtungen machte ich an Ästen, die lebend bei voller Turgeszenz in eine gesättigte Lösung von Chlormagnesium gelegt worden waren. Sie rollten sich hierin genau

1) Nur wenn die Zellwände noch sehr zart sind, wie z. B. in den Zweigspitzen von *Sel. peruviana*, kann sich die Kontraktion beim Schrumpfeln (wenn auch nicht gleichmäßig) allseitig geltend machen.

so ein wie beim Austrocknen in der Luft. Wurden nun Schnitte davon in einem Tropfen der Lösung unter dem Mikroskop untersucht, so ließ sich an dem jüngeren Stereom der Oberseite wiederum die Schrumpfelung aufs deutlichste feststellen. Die Rückkehr der deformierten Membranen aus dem Zwangszustand der Fig. 1a in den der Fig. 1b erfolgt hierbei innerhalb weniger Stunden von selbst. Offenbar vermögen die Zellwände unter diesen Umständen auch der Magnesiumlösung so viel Flüssigkeit zu entnehmen, daß sie ihre Elastizität und Form wiedergewinnen.

4. Wenn die Ansicht von WOJNOWIC richtig wäre, daß die Einrollung der *Selaginella*-Äste allein auf der Schrumpfung der Membranmassen der oberen Stereomzone beruhte, so wäre zu erwarten, daß die Krümmung dort am stärksten aufträte, wo die Zellwände dieser Zone am mächtigsten ausgebildet sind. Tatsächlich ist aber gerade das Gegenteil der Fall: Die Krümmung ist in den jüngsten Geweben der Äste bei weitem am intensivsten und nimmt um so mehr ab, je mehr das Stereom seiner vollen Ausbildung näherkommt. An lebenden Zweigen ist nämlich das Krümmungsmaß der Spitzenteile etwa das Vier- bis Fünffache von dem der basalen (wenn der Krümmungsradius der ersteren 2—3 mm beträgt, mißt der der letzteren vielleicht 1 cm), und am schwächsten ist die Krümmung überhaupt bei den äußersten abgestorbenen Zweigen.

5. Gegen einen Schrumpfungsmechanismus der jüngeren Gewebe und für ihren Kohäsionsmechanismus spricht sehr bestimmt ein Unterschied in ihrem Verhalten gegenüber konzentrierten $MgCl_2$-Lösungen, den ich oftmals beobachtet habe, je nachdem ich sie lebend oder abgetötet in dieselbe einlegte. Es wurde ja schon erwähnt, daß die Salzlösung auf lebende Äste genau so einwirkte wie die Austrocknung an der Luft.

Waren solche Äste aber vor dem Eintragen in die $MgCl_2$-Lösung durch absoluten Alkohol getötet worden, so trat bei den jüngeren unausgewachsenen Teilen der Äste in der Lösung die Einrollung nicht mehr ein, sie blieben völlig gerade und flach ausgestreckt. Nur die basalen Teile, wo die Verdickung des Stereoms ganz oder nahezu vollendet war, unterlagen noch der gewöhnlichen Krümmung[1]). Ein solches Resultat wäre vom Standpunkt der Schrumpfungshypothese aus ganz unverständlich. Denn

1) Selbstverständlich waren diese Äste nach dem Abtöten durch den Alkohol und vor dem Einlegen in die Salzlösung stundenlang gewässert worden, um ihnen den Alkohol wieder zu entziehen und sie wieder völlig flach zu strecken.

welchen Einfluß sollte das Absterben der Zellen auf die Schrumpfungsfähigkeit der Membranen haben? Zudem zeigt sich auch der Einrollungsmechanismus an sich weder durch das Abtöten noch durch die Salzlösung zerstört. Denn wenn solche Äste wieder gewässert und dann an der Luft ausgetrocknet werden, so verhalten sie sich ganz wie lebende: ihre Krümmung ist jetzt weder der Art noch dem Grade nach verändert. Nur gegenüber der $MgCl_2$-Lösung sind sie indifferent geworden.

Im Lichte der Kohäsionstheorie verliert nun diese Beobachtung das Rätselhafte. Nach dieser Auffassung entstammt das Wasser, das den jüngeren *Selaginella*-Geweben sowohl beim Eintrocknen in freier Luft, als durch die Einwirkung der Salzlösung entzogen wird, weniger den Zellmembranen als den Zellumina. Bei den lebenden Geweben bildet die Plasmamembran jeder Zelle den semipermeablen Abschluß derselben, der zwar Wasser aus- aber kein Salz eintreten läßt. Daher stellt sich an den lebenden Geweben, wie beobachtet, Schrumpfeln und Einrollen auch in $MgCl_2$-Lösungen ein. Die Membranen der Stereomzellen bieten aber, solange sie noch jung und weich sind, einen derartigen semipermeablen Abschluß für sich allein nicht, sondern lassen die Salzlösung verhältnismäßig leicht ein- und hindurchdringen. Daher unterbleibt das Schrumpfeln und Einrollen in der $MgCl_2$-Lösung, sobald die Plasmahaut desorganisiert ist[1]). Mit der zunehmenden Verdickung der Stereomzellen ist aber auch eine Veränderung ihrer Membransubstanz verbunden, die an der Änderung ihrer Kon-

1) Nach den oben geschilderten Erfahrungen des vorigen Jahres glaubte ich eine gesättigte $MgCl_2$-Lösung bei *Sel. lepidophylla* gewissermaßen geradezu als Reagens für den lebenden oder toten Zustand einer solchen Pflanze empfehlen zu können, wie es BRICK (Jahresber. der Vereinigg. für angewandte Bot. S. 266 ff., in dem Aufsatz: Sind die eingeführten Pflanzen von *Sel. lep.* tot oder lebendig) im Interesse der Zollbehörden versucht hatte. Als ich jedoch im Anfang Juni dieses Jahres Ästchen einer trocken überwinterten Pflanze daraufhin prüfte, fiel das Resultat doch zweifelhaft aus. Die Reaktion stimmte zwar einerseits für junge frischgrün gebliebene Ästchen, die dem Zentrum der Rosette entnommen waren und andererseits für mißfarbig gewordene Spitzenteile langer älterer Äste; (die ersteren rollten sich in der Salzlösung ein, die anderen blieben völlig flach und gerade). Es waren an der Pflanze aber auch Äste vorhanden, die in dem unteren Abschnitt ganz mißfarbig geworden waren, in der oberen Hälfte aber äußerlich noch lebendig, nämlich lebhaft grün und turgeszent aussahen und deren Chlorophyllkörper und Plasma auch unter dem Mikroskop den Anschein des lebenden Zustandes erweckte. Dennoch unterblieb aber auch bei ihnen die Einrollung und Schrumpfelung in $MgCl_2$ gänzlich! Ich bedaure, diesem Verhalten nun nicht mehr näher nachgehen zu können.

sistenz, ihrer Lichtbrechung und Färbung erkennbar ist und sich ferner darin äußert, daß die Krümmung an ausgewachsenem Material, (wie bereits gesagt), auch in der Salzlösung eintritt.

6. Damit kommen wir nun zu den Verhältnissen des erwachsenen Stereoms. Es erhebt sich naturgemäß die Frage, ob die bei ihm in der Natur auftretende Krümmung auf Kohäsionswirkung oder auf Membranschrumpfung beruht oder ob beide zugleich beteiligt sind. Die soeben erwähnte Einwirkung der Magnesiumlösung kann offenbar im Sinne einer jeden dieser Annahmen gedeutet werden. Sehr unwahrscheinlich mutet auf den ersten Blick allerdings die Zumutung, der Kohäsionshypothese auch für das reife Stereom zuzustimmen, einen Beobachter an, wenn er die mächtigen Wandmassen betrachtet, die dabei verbogen oder verschoben werden müssen. Aus der Form der ventralen Stereomzellen im ausgetrockneten Zustande läßt sich zudem darüber leider kaum ein sicherer Aufschluß gewinnen. Denn ihre Verdickungen sind z. T. so ungleichmäßig angelegt, daß die Zelllumina auch im durchtränkten Zustande der Gewebe unregelmäßig erscheinen und hier linienförmig verengt, dort trichterig erweitert oder wurmförmig verbogen sind.

Jedoch gibt es andere Tatsachen, die nach meiner Meinung auch für das reife Stereom eine Kohäsionswirkung sehr wahrscheinlich machen. Als erste unter ihnen ist hervorzuheben, daß die Lumina der ventralen Stereomzellen selbst bei stark vorgeschrittenen Graden der Austrocknung und Krümmung noch meistens mit Wasser gefüllt sind. Sogar an Ästen, die, in Stücke geschnitten, monatelang im geheizten Zimmer aufbewahrt worden waren, fanden sich in dicken Quer- und Radialschnitten zwischen Gruppen dunkler blasenerfüllter Zellen noch sehr zahlreiche lichte und somit flüssigkeitsgefüllte. Die Schnitte wurden in Öl untersucht, und durch Änderung der Einstellung wurde wiederholt festgestellt, daß die klaren Zellen im Innern der Schnitte lagen und somit ihre Durchsichtigkeit nicht etwa dem nachträglichen Eindringen des benetzenden Öles verdankten.

An der lebenden Pflanze selbst traf ich sogar auf stark gekrümmte Äste, deren reifes Stereom auf Schnitten überhaupt vollständig blasenfrei erschien, so daß ich durch energisches Austrocknen derselben über erhitztem Sande erst das Entstehen von Luftblasen zu veranlassen suchte, um mich durch den Vergleich mit solchen blasenhaltigen Stücken vor Täuschung zu bewahren. Hierbei kam es nun vor, daß die dicken Schnitte auf dem Objektträger zum Teil verkohlten. Dennoch waren auch in solchen bei

der mikroskopischen Besichtigung mehrmals noch Gruppen klarer luftfreier Zellen aufzufinden.

An zweiter Stelle ist zu konstatieren, daß der flüssige Inhalt dieser luftfreien Zellen größtenteils Wasser sein muß. WOJNOWIC legt zwar großes Gewicht auf den Ölgehalt des Stereoms, um so mehr, als „sich in jüngeren Pflanzenteilen fast kein Öl" finden soll (S. 30). Ich habe die Prüfung darauf mit Alkannatinktur und alkoholischer Sudanlösung an Schnitten, die in Wasser lagen, angestellt und im Gegenteil gefunden, daß die jungen Gewebe der Äste und Blätter sehr reichlich Öl enthielten, daß dieses aber in dem Stereom um so mehr schwindet, je mehr die Wandverdickung desselben zunimmt. Hiernach scheint es mir ein Assimilationsprodukt bzw. Reservematerial zu sein, das beim Auf- und Ausbau der Gewebe nach und nach verbraucht wird. In manchen Stereomzellen konnte ich überhaupt kein Öl mehr nachweisen.

Aus der Schilderung, die WOJNOWIC auf S. 30 von dem Verhalten der Stereomzellen gibt, scheint ferner hervorzugehen, daß er auch das ausgewachsene Stereom für lebendig gehalten hat; wenigstens schreibt er ihm dort ein wandständiges Protoplasma zu. Ich habe mir daher viel Mühe gegeben, dieses aufzufinden und dabei sowohl die bereits bei *Sel. peruviana* erwähnte Borax-Carmin-Lösung von GRENACHER als die STRASBURGERsche Jodgrün-Fuchsinmischung, die ich direkt aus seinem Institute erhielt (s. STRASBURGER, kl. bot. Praktik. 1902, S. 26 und Register S. 242), angewandt. Sie ergaben bei den jüngeren Geweben ausgezeichnete Plasmafärbungen, die aber mit zunehmender Verdickung des Stereoms abnahmen und im reifen Stereom gänzlich ausblieben.

Wenn wir uns nun das tote Stereom mit seinen wassergefüllten Zellen vorstellen, können wir es dann wohl wahrscheinlich finden, daß seine Membranen reichlich Wasser nach außen abgäben, ohne es auch den Lumina zu entziehen? Wohl schwerlich! Wenn aber die Lumina trotzdem lange Zeit wassergefüllt bleiben, so ist der Schluß, daß damit ein Kohäsionszug, wie beim Schrumpfeln, verbunden sein muß (wenn er auch keine sehr augenfälligen Deformationen hervorzubringen vermag), fast unabweisbar.

Um dies darzutun, verweise ich auf die Fig. 2a und 2b. Sie stellen Schnitte durch das ventrale Stereom von *S. lepidophylla* dar, und zwar die erstere Figur einen solchen, der in der Wärme ausgetrocknet ist, die zweite einen entsprechenden Schnitt, nachdem er wieder mit Wasser durchtränkt worden war. Der Unterschied beider ist augenfällig. Da die Zellmembranen beim Wasserverlust in radialer Richtung stärker schrumpfen als in tangentialer, so sind

die Lumina der trockenen Schnitte stark erweitert, und die von ihnen ausgehenden Porenkanäle klaffen. Daraus folgt aber, daß die Membranschrumpfung auch bei der natürlichen Austrocknung der *Selaginella*-Äste dahin strebt, die Lumina der Stereomzellen zu erweitern. Wenn diese Lumina aber, wie es die Beobachtung lehrt, trotzdem lange Zeit mit Wasser gefüllt bleiben, so ist das gar nicht anders denkbar als derart, daß das Wasser in jenen Zellräumen unter einer starken Zugspannung steht. Diese müßte schon dann eine recht beträchtliche Größe erreichen, wenn man annehmen dürfte, daß die ursprüngliche Wassermenge der Zellräume unverändert bliebe und nur die Membranen Wasser verlören. Dies ist aber wohl wenig wahrscheinlich; denn die Membranen würden doch sicherlich einen großen Teil des ihnen entzogenen Wassers aus dem Reservoir der

2a 2b

Fig. 2. *Selaginella lepidophylla*, lebender Ast; Querschnitt durch älteres Stereom im unteren Teil des Zweiges. — 2a nach dem Austrocknen des Schnittes über erhitztem Sande; 2b ein entsprechend behandeltes Stück nach neuem Wasserzusatz.

angrenzenden Zellräume ersetzen, bis ein gewisses Gleichgewicht der Wasserverteilung eingetreten wäre. Ja, bedenkt man die außerordentlich starke Anziehung zwischen Membransubstanz und Imbibitionswasser, so dürfte man eher geneigt sein, dem Füllwasser der Zellen den Hauptverlust bei der Transpiration zuzuschreiben. Auf alle Fälle kommt man aber an der Vorstellung eines mächtigen Kohäsionszuges seitens der Zellflüssigkeit, der bei der Einrollung der *Selaginella*-Äste mitwirken muß, solange noch Stereomzellen mit Wasser gefüllt sind, nicht vorbei.

Hat man sich einmal in diese Vorstellung hineingedacht, so möchte man fast die Frage aufwerfen, ob denn dieser Kohäsionszug nicht vielleicht allein die Arbeit des Einrollens leistet, und ob überhaupt die Membranen ebenfalls merkliche Mengen Wasser abgeben, solange sie an wassergefüllte Zellräume angrenzen. Sieht man doch an den Schnitten natürlicher eingetrockneter *Selaginella*-

Äste mit wasserhaltigem Stereom die klaffenden Porenkanäle der Fig. 2a nicht, und die Lumina der flüssigkeitsgefüllten Zellen erscheinen darin eher verengt als erweitert.

Abgesehen von den vorhergehenden theoretischen Erwägungen scheinen mir aber die Erfahrungen mit Magnesiumlösungen auch dafür zu sprechen, daß sogar im jüngeren Stereom bei der Einrollung auch die Membranen merklich entwässert werden. Hierhin gehört zunächst die Beobachtung, über die unter Nr. 3 berichtet ist. Hiernach bleiben nämlich die Membranen von Geweben, die durch Magnesiumlösung zum Schrumpfeln gebracht sind, auch auf dünnen Schnitten anfänglich deformiert. Obwohl also die betreffenden Zellen geöffnet sind und obgleich der Kohäsionszug somit geschwunden ist, nehmen die Membranen ihre ursprüngliche Form nicht sofort wieder an; ihre frühere Elastizität ist noch nicht sogleich wiederhergestellt. Das geschieht erst, nachdem allmählich aus der Salzlösung des Beobachtungstropfens Flüssigkeit in sie eingedrungen ist. Also müssen sie doch vorher ebenfalls Flüssigkeit eingebüßt haben.

Eine zweite Erfahrung, die hierher gehört, machte ich ein andermal zufällig und habe die betreffende Erscheinung bisher nicht wieder hervorrufen können. Ich untersuchte nämlich frische *Selaginella*-Äste, die lebend in gesättigte $MgCl_2$-Lösung eingetragen waren, an Schnitten und fand zu meinem Erstaunen, daß selbst in dem noch unfertigen Stereom sämtliche Zellen der Präparate mit je einer Blase erfüllt, also dunkel waren. Offenbar hatte die Salzlösung den Zellen das Wasser so rasch und energisch entzogen, daß die Kohäsion der Zellflüssigkeit nicht hingereicht hatte, die Lumina gefüllt zu erhalten, und daß in der Flüssigkeit also ein Riß eingetreten war, in dem sich Gas gesammelt hatte.

Trotzdem waren diese Zellen nicht zurückgeschnellt, denn die Einrollung war dadurch nicht gestört oder merklich beeinträchtigt worden; also mußten auch diesmal die Membranen ihre Elastizität durch Wasserverlust schon eingebüßt haben. Bei Zusatz von Wasser schwand die Schrumpfelung natürlich wieder wie gewöhnlich.

7. Nach alledem kommen wir also bez. der *Sel. lepidophylla* zu dem Resultat, daß die Einrollung ihrer lebenden Äste beim Wasserverlust in erster Linie dem Kohäsionszuge ihrer Zellflüssigkeit zu verdanken ist, daß aber auch, namentlich im ausgebildeten Stereom die Membranschrumpfung mitwirkt. Die Hauptfrage allgemeineren Interesses aber, von der wir in den einleitenden Worten unserer ersten Mitteilung ausgingen, scheint dahin beantwortet

werden zu müssen, daß unter Umständen auch in lebenden oder toten wasserführenden Geweben durch äußere Einflüsse in den Membranen selbst ein Wasserverlust eintreten und als mechanischer Faktor zur Geltung kommen kann.

Gemäß der ersten Mitteilung fanden wir ja bei *Leptodon Smithii*, *Leucodon sciuroides* und *Orthotrichum Lyellii* ein ähnliches Resultat.

Lippstadt, 11. Juni 1911.

---

43. F. C. von Faber: „s'Lands Plantentuin" zu Buitenzorg nach dem Hinscheiden Treubs.

(Eingegangen am 13. Juni 1911.)

Die warmen und schönen Worte VON GOEBELs, die er dem Andenken MELCHIOR TREUBs in einem dieser letzten Hefte widmete, gipfeln in der Frage „Wird aber auch nach seinem Scheiden das von ihm gegründete Reich zusammenhalten und weiter gedeihen?", ein Beweis wie lebhaft sich die botanische Welt für die Weiterentwicklung der Vermächtnisse TREUBS interessiert. Aus diesem Grunde erschien es mir angebracht, gerade an dieser Stelle einige wenige Worte über die neue Ära in Buitenzorg zu sprechen.

Es dürfte sich erübrigen, auf die 1906 erfolgte Umwandlung des s'Lands Plantentuin in ein Ackerbau-Departement näher einzugehen.

Wie VON GOEBEL schon sagte, war es allein einer so eminenten Arbeitskraft, wie TREUB sie besaß, vorbehalten, neben den außerordentlich großen, administrativen Pflichten auch noch die Ziele der reinen Wissenschaft in so vorbildlicher Weise zu verfolgen.

Nach dem Scheiden TREUBs von der langjährigen Stätte seines Wirkens fiel die Wahl der Regierung auf Herrn LOVINK, einen Mann der praktischen Landwirtschaft. Bald nach seinem Amtsantritt machte sich die Notwendigkeit fühlbar, eine Trennung von s'Lands Plantentuin und der damit verbundenen Institute vom Departement durchzuführen. Das alte und ruhmreiche s'Lands Plantentuin war hiermit wiedererstanden.

Dr. KONINGSBERGER, der seit 16 Jahren mit TREUB zusammenarbeitete und vielen früheren Besuchern des Botanischen Gartens eine bekannte Persönlichkeit sein dürfte, war der geeignete Mann, das alte Erbe TREUBs anzutreten. Mit seiner Person ist

die sichere Gewähr gegeben, daß er das Institut ganz im Geiste seines Vorgängers weiterführen und die Ziele der reinen Wissenschaft stets im Auge behalten wird.

Als man daran dachte, das Andenken TREUBs durch eine im Botanischen Garten zu errichtende Büste zu ehren, war es der neue Direktor von s'Lands Plantentuin, der seinen Einfluß geltend machte, die Person TREUBs lieber dadurch zu ehren, daß man eine Lieblingsidee des Verstorbenen verwirklichte; es wurde ein Fonds angelegt zur Erbauung eines neuen, allen Anforderungen der modernen Wissenschaft entsprechenden Fremdenlaboratoriums, das den Namen TREUB-LABORATORIUM erhalten sollte. Von der außerordentlichen Wertschätzung TREUBs als Mensch und Wissenschaftler zeugt es, daß die erforderliche Summe schon zu $^3/_4$ allein aus der hier in Indien veranstalteten Sammlung aufgebracht worden ist und man wahrscheinlich gegen Ende dieses Jahres zur Grundsteinlegung des neuen Gebäudes schreiten kann.

Gerade an dieser Stelle ist es vielleicht nicht unangebracht, darauf hinzuweisen, daß die in letzter Zeit Buitenzorg besuchenden deutschen Stipendiaten einen großen Teil ihrer so kostbaren Zeit dem Studium rein praktischer, ihnen vom Kolonialamt gestellten Fragen widmen müssen, so daß die rein wissenschaftliche Tätigkeit eine große Einbuße erleidet. Das Kolonialamt steuert nach meinem Wissen den größten Teil des Stipendiums bei und ist natürlich durchaus berechtigt, seine Interessen an erster Stelle wahrzunehmen.

Es würde eine schöne Ehrung TREUBs bedeuten, wenn die Akademien sich entschließen könnten, das Stipendium aus eigenen Mitteln zu bestreiten, so daß die ohnehin karg bemessene Zeit ganz dem Studium rein wissenschaftlicher Fragen gewidmet werden kann.

In sechs Jahren, also im Jahre 1917, feiert s'Lands Plantentuin seinen Ehrentag, das Fest seines hundertjährigen Bestehens. Leider weilt dann der Mann, dem das Institut seine beispiellose Entwicklung und Blüte und seinen Weltruf verdankt, nicht mehr in unserer Mitte. Unter den Festgästen aus aller Herren Länder wird sich dann auch mancher Vertreter der „alten Garde" befinden, der sich dann mit eigenen Augen überzeugen kann, daß Buitenzorg die alte gastfreundliche Heimstätte für alle Botaniker geblieben ist, wie sie es zu TREUBs Zeiten in so hervorragendem Maße war.

Botanische Laboratorien s'Lands Plantentuin Buitenzorg Mai 1911.

44. W. W. Lepeschkin: Über die Einwirkung anästhesierender Stoffe auf die osmotischen Eigenschaften der Plasmamembran.

(Eingegangen am 15. Juni 1911.)

In einem vor kurzem veröffentlichten Aufsatze[1]) habe ich darauf hingewiesen, daß schlecht wasserlösliche und gut öllösliche organische Körper, die von OVERTON als Narcotica bezeichnet wurden[2]), im Dispersionsmittel der Plasmamembran gespeichert werden, so daß bei einer gewissen Konzentration dieser Stoffe in der die Zelle umgebenden wässerigen Lösung ihr Gehalt in der Plasmamembran so groß wird, daß die dabei stattfindende Änderung der Dielektrizitätskonstante des Dispersionsmittels zur Koagulation von Eiweißkörpern desselben führt, welche ihrerseits den Verlust der selektiven Permeabilität der Plasmamembran hervorruft. Bei einer geringeren Konzentration der anästhesierenden Stoffe in der Außenlösung wird aber offenbar die chemische Zusammensetzung des Dispersionsmittels der Plasmamembran in dem Sinne geändert, daß sich den in demselben schon vorhandenen Körpern noch eine gewisse Quantität anästhesierender Stoffe hinzugesellt.

Es ist also von vornherein zu erwarten, daß sich die osmotischen Eigenschaften der Plasmamembran auch unter einem gelinden Einfluß anästhesierender Stoffe verändern müssen und zwar in der Weise, daß alle Stoffe, die sich in diesen Anaesthetica (oder Narcotica nach OVERTON) schlecht, in Wasser aber gut lösen, während der Narkose langsamer in das Zelleninnere permëieren würden und umgekehrt. Die Permeabilität der Plasmamembran für Salze, Anilinfarbstoffe usw., welche in einem gewissen anästhesierenden Stoffe schlecht löslich sind, würde also während der Narkose mit diesem Stoffe kleiner sein, als im normalen Zustande der Zelle, freilich in der Voraussetzung, daß die Hypothese von NATHANSOHN[3]), der zufolge die Eintrittsstelle der Salze und diejenige der anästhesierenden Stoffe in die Zelle an verschiedenen Stellen der Plasmamembran

1) Diese Berichte 1911, „Zur Kenntnis d. chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran."

2) OVERTON, Studien über die Narkose. 1901.

3) Vgl. hierzu meinen oben zitierten Aufsatz.

liegen, und die letztere eine Mosaikstruktur besitzen soll, in Wirklichkeit nicht zutreffend ist.

In der Tat findet man in der Literatur vereinzelt Angaben, welche dafür sprechen, daß im Gegensatz zu der Meinung von Overton, nach welcher „eine merkliche Störung der osmotischen Eigenschaften der Zelle" während der Narkose nicht bestehe[1]), eine Permeabilitätsverminderung der Plasmamembran während der Narkose doch stattfindet. Es genügt, hier auf die durch Chloroform verursachte Entleerungshemmung der Reservestoffbehälter[2]) und auf die Bemerkung Pfeffers hinzuweisen, daß die Farbstoffspeicherung rascher in normalen als in den chloroformierten Wurzelhaaren von *Trianea* vor sich geht[3]). Meine Beobachtungen über die Wasserausscheidung der chloroformierten Sporangienträger von *Pilobolus*[4]), sowie die Beobachtungen von Kosanin[5]) über die durch das Chloroformieren verursachten Variationsbewegungen der Blätter könnten auch nur durch die erwähnte Permeabilitätsänderung der Plasmamembran für im Zellsaft gelöste Stoffe erklärt werden.

Im folgenden möchte ich nun meine Versuche mitteilen, welche ich zur direkten Prüfung der oben ausgesprochenen Hypothese über den Einfluß anästhesierender Stoffe auf die Permeabilität der Plasmamembran angestellt habe.

Zunächst führe ich einige Versuche über die Aufnahme von Anilinfarben durch lebendige *Spirogyra*-Zellen während der Narkose an. Die Aufnahme wird bekanntlich durch eine Farbstoffspeicherung im Zellsaft gekennzeichnet und kann auch aus sehr verdünnten Lösungen ziemlich rasch stattfinden. In meinen Versuchen kamen gewöhnlich 0,002—0.0005 proz. Farbstofflösungen zur Verwendung, wobei eine ausreichend starke Färbung in normalen Zellen schon während 40 Minuten eintrat.

Von den in meinen Versuchen gebrauchten Anilinfarbstoffen sind Methylenblau und Methylgrün in Chloroform (wasserhaltigem) nur schwach, in Äther aber gar nicht löslich. Bismarckbraun (die gebrauchte Konzentration war 0,002 proz.) löst sich dagegen etwas besser in Äther als in Wasser.

Dementsprechend könnte man erwarten, daß Methylenblau

1) Overton, l. c. S. 177.

2) Puriewitsch, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 31, S. 1. Czapek, Sitzb. Wien. Akad. 106, I, S. 117.

3) Pfeffer, Aufnahme v. Anilinfarben. Unt. a. d. bot. Inst. Tübingen. 1886—88, Bd. II, S. 286.

4) Beih. z. Bot. Ctlbl. 1906. Bd. XIX. H. 3, S. 416 ff.

5) Vgl. hierzu mein. Aufsatz Nr. 85 in diesen Berichten 1908, S. 733 u. 731.

und Methylgrün durch ätherisierte *Spirogyra*-Zellen langsamer aufgenommen würden als durch die normalen, daß dagegen Bismarckbraun in die ätherisierten und normalen Zellen gleich rasch eindringen würde.

In meinen Versuchen wurden gewöhnlich *Spirogyra* Fäden in zwei gleiche Teile geschnitten, von welchen der eine in eine Farbstofflösung in Wasser, der zweite in die gleiche Lösung, zu der aber entweder 2½ pCt. Äther oder 0,1 pCt. Chloroform zugesetzt war, kam. Nach Verlauf von 40 Minuten wurde die Farbe der beiden Fadenstücke verglichen.

Die Versuche bestätigten meine Vermutung. In Übereinstimmung mit den oben erwähnten Angaben PFEFFERs war die Farbenintensität der narkotisierten Fadenstücke bei Verwendung von Methylenblau oder Methylgrün stets geringer als die der normalen Fadenstücke, was besonders klar hervortrat, wenn die Narkose mit Äther vorgenommen wurde. In der Farbenintensität der normalen und mit Äther narkotisierten Fadenstücke bei Verwendung von Bismarckbraun war dagegen kein Unterschied zu bemerken.

Daß der Unterschied in der Tinktion der normalen und narkotisierten *Spirogyra*-Fäden nicht etwa auf einer Veränderung des Speicherungsvermögens des Zellsafts oder der Tinktionsfähigkeit der Zellwand durch die Narkose beruht, wurde in meinen Versuchen dadurch erwiesen, daß vorher getötete Fadenstücke von *Spirogyra* in der Farbstofflösung mit und ohne Narcotica nach Verlauf von 40 Minuten gleich stark gefärbt waren.

Wenden wir uns jetzt meinen Versuchen zu, wo die Permeabilitätsänderung der Plasmamembran während der Narkose in bezug auf Salze und zwar auf Salpeter beobachtet wurde.

Die Permeabilitätsbestimmung der Plasmamembran wurde in meinen Versuchen mittelst der Methode der isotonischen Koeffizienten ausgeführt[1]), wobei plasmolysierende Lösungen von Rohrzucker und Kalisalpeter verwandt wurden. Als Objekt benutzte ich Blattepidermiszellen von *Tradescantia discolor*.

Die Epidermisschnitte wurden gewöhnlich mittels einer Schere in je zwei Stücke geschnitten, von denen das eine in Chloroform- resp. Ätherwasser, das andere in reines Wasser kam. Nach Verlauf von 20—30 Minuten wurden an allen Schnittstücken

1) LEPESCHKIN, Über die Permeabilitätsbestimmung usw. Diese Berichte. 1909. Aufs. Nr. 17, S. 133 und Aufs. Nr. 24, 1908, S. 207. Auch Beib. z. Bot. Ctrlbl. 1909, Bd. XXIV, Abt. I, S. 329—332.

die isotonischen Koeffizienten von Salpeter bestimmt, wobei die plasmolysierenden Lösungen von Salpeter und Zucker, die zur Bestimmung der isotonischen Koeffizienten an den narkotisiert gewesenen Epidermisschnittstücken verwandt wurden, eine entsprechende Menge von Chloroform resp. Äther enthielten. Das letztere ist durchaus notwendig, weil sonst die narkotisiert gewesenen Schnitte in den narcoticafreien plasmolysierenden Lösungen ihren Chloroform- resp. Äthervorrat an die umgebende Flüssigkeit rasch abgeben und in normalen Zustand übergehen.

In den folgenden Tabellen sind unter S Salpeter-, unter Z Zuckerkonzentrationen in Vol.-Prozenten angegeben, welche dem Zellsaft der Epidermiszellen von *Tradescantia discolor* isotonisch waren; unter K sind die aus diesen Konzentrationen berechneten isotonischen Koeffizienten von Salpeter (der isotonische Koeffizient von Zucker wurde gleich 1,88 angenommen) und unter μ die daraus berechneten Permeabilitätsfaktoren angeführt, welche der Permeabilität der Plasmamembran proportional sind[1]).

Tabelle I.

Die Narkose (während 20—30 Minuten) wurde mittels einer 0,1 proz. Chloroformlösung in Wasser erzielt. Zu den plasmolysierenden Lösungen von Salpeter und Zucker wurde gleichfalls 0,1 proz. Chloroform zugesetzt.

Vorher in 0,1 proz. Chloroformwasser					Vorher in Wasser				
Schnittstücke Nr.	Z	S	K	μ	Schnittstücke Nr	Z	S	K	μ
1	6,7	1,26	2,95	0,127	7	7,0	1,36	2,89	0,145
2	7,65	1,39	3,05	0,098	8	7,75	1,42	3,03	0,104
3	7,75	1,40	3,07	0,092	9	7,75	1,42	3,03	0,104
4	8,0	1,42	3,13	0,074	10	7,2	1,40	2,86	0,154
5	7,65	1,38	3,07	0,091	11	7,2	1,40	2,86	0,154
6	7,55	1,41	2,97	0,121	12	7,55	1,38	3,04	0,103
		Mittelzahl	3,04	0,100			Mittelzahl	2,95	0,127

Tabelle II.

Die Narkose (während 10—15 Minuten) wurde durch eine $2^1/_2$ proz. Ätherlösung in Wasser erzielt. Zu den plasmolysierenden Lösungen von Salpeter und Zucker wurde ebenfalls $2^1/_2$ proz. Äther zugesetzt.

1) Zur Bestimmung von μ bediente ich mich der Formel: $\mu = 1 - \frac{k}{3{,}38}$ (vgl. hierzu meine Abhandlung in Beih. z. Bot. Ctlbl. 1909, Abt. I, Bd. XXIV, S. 331).

Vorher in 2½proz. Ätherwasser					Vorher in Wasser				
Schnittstücke Nr.	Z	S	K	μ	Schnittstücke Nr.	Z	S	K	μ
1	7,6	1,35	3,13	0,074	7	7,65	1,41	3,01	0,109
2	7,4	1,34	3,06	0,095	8	7,65	1,41	3,01	0,109
3	8,0	1,42	3,13	0,074	9	7,8	1,43	3,03	0,104
4	8,0	1,41	3,15	0,068	10	7,45	1,42	2,91	0,139
5	7,9	1,40	3,13	0,074	11	7,4	1,42	2,89	0,145
6	7,7	1,36	3,14	0,071	12	7,9	1,45	3,02	0,107
	Mittelzahl		3,12	0,076		Mittelzahl		2,98	0,119

Weitere Versuche gaben die folgenden Resultate.

1. Die Narkose wurde durch 0,05 proz. Chloroformwasser während 30 Minuten erzielt. Die Größen μ waren für narkotisierte Schnitte 0,103, 0,098, 0,088 und für nicht narkotisierte Schnitte folgerecht: 0,121, 0,125 und 0,118.

2. Die Narkose wurde durch 0,12 proz. Chloroformwasser während 30 Minuten erzielt. Die Größen μ waren für narkotisierte Schnitte: 0,077, 0,091, 0,083 und für nicht narkotisierte folgerecht: 0,095, 0,125 und 0,098.

3. Die Narkose wurde durch 1 proz. Ätherwasser während 30 Minuten erzielt.

Die Größen μ waren für narkotisierte Schnitte: 0,090, 0,095 und für nicht narkotisierte folgerecht: 0,102 und 0,118.

4. Die Narkose wurde durch 2½proz. Ätherwasser während 10 Minuten erzielt.

Die Größen μ waren für narkotisierte Schnitte: 0,059, 0,065 und für nicht narkotisierte folgerecht: 0,091 und 0,103.

Die angeführten Versuchsergebnisse zeigen also in überzeugender Weise, daß die Größe μ und daher auch die Permeabilität der Plasmembran für gut wasserlösliches Salpeter, welches in Chloroform und Äther nur sehr schwer löslich ist, während der Narkose abnimmt. Die Ursache dieses Ergebnisses liegt, wie früher auseinandergesetzt wurde, in einer Anhäufung von Chloroform und Äther im Dispersionsmittel der Plasmamembran, welche eine Verminderung der Löslichkeit von Salpeter resp. Anilinfarbstoffen in demselben herbeiführt. Von diesem Standpunkte aus ist uns ganz begreiflich, daß durch die Narkose mit Äther eine bedeutendere Verminderung der Plasmapermeabilität für Salpeter als durch die Narkose mit Chloroform erzielt werden kann. (Man vergleiche die Tabellen.) Denn je größer die Konzentration eines narkotisierenden Stoffes in der Außenlösung ist, eine um so be-

deutendere Menge desselben löst sich im Dispersionsmittel der Plasmamembran (Teilungskoeffizient!); Äther ist aber bekanntlich viel löslicher in Wasser als Chloroform; andererseits ruft Chloroform schon bei viel geringeren Konzentrationen die Koagulation der Plasmamembran hervor und läßt daher seine Konzentration in der Außenlösung nicht über 0,1—0,2 pCt. steigern. Schon eine 0,2proz. Chloroformkonzentration in der Außenlösung ist für *Spirogyra* schädlich und ruft bei einer andauernden Einwirkung eine teilweise Koagulation der Plasmamembran hervor, worauf man statt einer Verminderung eine Vergrößerung der Permeabilität derselben beobachten kann.

Die stattfindende Permeabilitätsverminderung der Plasmamembran während der Narkose, welche nur für die in Chloroform und Äther schlecht löslichen Stoffe konstatiert wurde, bestätigt also die früher[1]) geäußerte Vermutung, daß sich im Dispersionsmittel der Plasmamembran fettähnliche Körper (vielleicht Lecithin und Cholesterin) befinden.

Zugleich beweist die beobachtete Permeabilitätsverminderung, daß der Weg, welchen Salze und andere wasserlösliche Stoffe bei der Diffusion durch die Plasmamembran nehmen, mit demjenigen von anästhesierenden Stoffen identisch ist, und daß also die Hypothese Nathansohns über die Mosaikstruktur der Plasmamembran, der zufolge ein lecithinähnlicher Stoff die Interstitien zwischen den lebenden Protoplasmateilchen erfüllt[2]), durchaus nicht berechtigt ist.

Die Permeabilitätsverminderung der Plasmamembran für wasserlösliche Stoffe und daher auch für Zellsaftstoffe muß sich, wie in meinem anderen Aufsatze auseinandergesetzt wurde[3]), auch in einer Erhöhung des osmotischen Drucks des Zellsafts und des Turgordrucks der Zellen äußern. In der Tat kann diese Turgordruckzunahme während der Narkose nicht nur für die Zellen, deren Plasmamembranpermeabilität enorm groß ist, wie z. B. für die Blattgelenkzellen der Leguminosen[4]), nachgewiesen werden, sondern sie kann z. B. bei geeigneter Versuchsanstellung auch an *Spirogyra*-Zellen beobachtet werden. So konnte in meinen Versuchen stets

1) Vgl. meinen Aufs.: „Zur Kenntnis d. chem. Zusammens. d. Plasmamembran" in diesen Berichten 1911.

2) A. Nathansohn, Jahrb. f. wiss. Bot. 1904, S. 643.

3) Diese Berichte 1908. Aufs. Nr. 24, S. 204.

4) Vgl. mein. Aufs. Nr. 28 in diesen Ber. 1908 und auch Nr. 85.

eine Längenvergrößerung der Algenfäden um 0,03—0,1 pCt. nach Einlegen in 0,05—0,1 pCt. Chloroform oder 2½ pCt. Ätherlösung beobachtet werden, was einer Erhöhung des inneren Zellendrucks um wenigstens 0,1—0,5 Atmosphäre entspricht[1]).

45. J. v. Wiesner: Über aphotometrische, photometrische und pseudophotometrische Blätter.

(Eingegangen am 16. Juni 1911.)

Wenn auch die Pflanze in mehr oder minder vollkommener Weise der Lichtstärke ihres Standortes angepaßt ist, wie insbesondere die Untersuchungen über den Lichtgenuß der Gewächse[2]) gelehrt haben, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß die in bezug auf ihre Funktionen auf das Licht angewiesenen Organe, also vor allem die Laubblätter, an all den Orten, an welchen das Licht zur physiologischen Funktion erforderlich ist, nicht ein Licht von jener Intensität empfangen, welches ihnen unmittelbar von außen geboten wird. Von der kaum in Betracht kommenden Einflußnahme der Bestrahlung auf die äußersten Schichten der Oberhaut, also derjenigen, welche von dem äußeren Lichte unmittelbar getroffen werden, abgesehen, empfangen alle Teile eines Blattes in der Regel ein Licht von im Vergleiche zum Außenlichte stark geminderter Intensität, was insbesondere für jene Zell- oder Gewebsbestandteile zu betonen ist, welche, wie z. B. die Chlorophyllkörner, nur im Lichte funktionieren.

In seltenen Fällen, insbesondere an sehr lichtschwachen Standorten, kann allerdings auf optische Art eine physiologisch nützliche Verstärkung der Lichtintensität im Blattinneren zustande kommen, wofür unter den Moosen einige Beispiele allgemein bekannt sind, andere in neuester Zeit hinzufügt wurden[3]). Aber das sind doch Ausnahmefälle, welche uns nur die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Mittel vor Augen führen, welcher sich die Natur zur Er-

1) Über das Längenabmessen der *Spirogyra*-Fäden und die daraus berechnete Turgordruckerhöhung wurde in meinem früheren Aufsatze (Beih. z. Bot. Ctlbl. 1907, 21, I, S. 60) berichtet.

2) Zusammengefaßt in meinem Buche: „Der Lichtgenuß der Pflanzen". Leipzig, Engelmann, 1907.

3) S. hierüber A. D. M. Garjeanne, Beihefte zum Botan. Zentralblatt, Bd. XXVI, 1911, S. 1 ff.

reichung ihrer Zwecke bedient. Die Regel ist aber doch die Verminderung der Intensität des äußeren Lichtes im Inneren der Pflanzenorgane.

Wie dem indessen auch immer sein mag: in jedem Falle findet eine Regulierung der Lichtstärke durch die Pflanze selbst in ihrem Innern statt.

Eine nie fehlende Form dieser Regulierung erfolgt im Innern der Laubblätter durch alle jene die Lichtstärke verändernden Mittel der Substanz und Gestalt, welche in der Organisation der Laubblätter begründet sind, als deren wichtigste zu nennen sind: Reflexion, Absorption und Zerstreuung des Lichtes.

Blätter, welche nur durch diese Mittel die innere Lichtstärke der Laubblätter regulieren, fasse ich als aphotometrische zusammen.

Eine höhere Stufe der Regulierung der Lichtstärke im Inneren der Laubblätter wird durch die photometrische Ausbildung der letzteren bewerkstelligt. Es gesellen sich hier zu den schon genannten, in der Organisation des Laubblattes begründeten Mitteln der Lichtregulierung noch jene, welche durch die Lage des Blattes zur Richtung des einfallenden Lichtes gegeben sind. Blätter dieser Kategorie fasse ich als photometrische zusammen. Ich unterscheide, wie ich ja schon früher auseinandersetzte[1]), zwei Haupttypen solcher Blätter: euphotometrische und panphotometrische. Die ersteren werden in ihrer Lage durch das diffuse Tageslicht, die letzteren von direktem Sonnenlicht größerer Intensität beherrscht. Erstere stellen sich, wie ich zuerst (Heliotropismus 1880) zeigte, senkrecht auf das stärkste diffuse Licht des ihnen zufallenden Lichtareals, die letzteren hingegen haben die Tendenz, durch ihre Lage starker direkter Strahlung möglichst auszuweichen, also starke Strahlung abzuwehren.

Sowohl die euphotometrischen als die panphotometrischen Blätter können mit „fixer Lichtlage" oder mit „variaber Lichtlage" verbunden sein[2]).

Das Charakteristische aller photometrischen Blätter besteht darin, daß das Licht selbst die Ursache ihrer Lage bildet.

Es können indes Blätter eine ihnen förderliche Lage zur Richtung des natürlichen Lichtes einnehmen, ohne daß die betreffende Lage durch die Richtkraft des Lichtes bewirkt wird. Es sind dies jene Blätter, welche

1) Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke, Biol. Zentralblatt, 1899.
2) S. hierüber: J. V. WIESNER, diese Berichte Mai 1911.

ich zum Unterschiede von den photometrischen Blättern als pseudophotometrische bezeichne.

Der Augenschein kann hier leicht trügen, eine Verwechslung photometrischer und pseudophotometrischer Blätter ist leicht möglich; es wird deshalb immer genauerer Prüfung bedürfen, häufig das direkte Experiment erforderlich sein, um sich vor Irrtümern zu bewahren.

Einige Fälle von pseudophotometrischen Blättern liegen sehr offen zutage, ich habe dieselben schon vor längerer Zeit als solche erkannt und auch schon mit dem angeführten Namen bezeichnet[1]). Eingehender aber habe ich mich mit den pseudophotometrischen Blättern erst in den letzten drei Jahren beschäftigt.

Zunächst möchte ich zur raschen Aufklärung des Sachverhaltes auf folgende wichtige Tatsachen aufmerksam machen. Alle scharf ausgeprägten aphotometrischen Blätter, z. B. das gewöhnliche Blatt der Gräser, Blätter von *Sedum album*, *acre* usw. von *Pinus*-Arten usw. entbehren im ganzen Verlaufe ihrer Entwickelung der (spontanen) Epinastie. Alle faktisch photometrischen Blätter sind hingegen durch Epinastie ausgezeichnet. Gesellt sich zu einem aphotometrischen Blatte Epinastie, z. B. bei *Araucaria imbricata*, so wird es pseudophotometrisch.

Durch diese Erfahrungen geleitet, erkennt man, welche große Bedeutung der spontanen Epinastie zukommt, um ein sich entwickelndes Blatt ohne Mitwirkung der Richtkraft des Lichtes frühzeitigen günstigen Beleuchtungsverhältnissen zuzuführen.

Indem ein Blatt beginnt, durch Epinastie sich von der Achse abzuheben, ist es alsbald so gelagert, daß seine Oberseite stärker als seine Unterseite beleuchtet ist, was ja schon ein günstiges Beleuchtungsverhältnis ist; durch weitere epinastische Bewegungen kann es bei vertikaler Lage des tragenden Stengels rasch so orientiert werden, daß seine Oberseite dem Zenith zugewendet ist, was mit Rücksicht auf diffuse Beleuchtung das denkbar günstigste Beleuchtungsverhältnis darstellt. Geht die Epinastie weiter, indem sich das Blatt mit seiner Spitze nach abwärts bewegt, so mindert sich die Gunst der Beleuchtung, indem das Blatt dann auf Vorderlicht angewiesen ist, welches in der Regel im Vergleich zum Oberlicht bedeutend schwächer ist. Die Horizontallage bedingt also in der Regel günstigere Beleuchtungsverhältnisse als die vertikale

1) Lichtgenuß, S. 127.

oder eine andere Lage. Die Horizontallage des Blattes wird aber häufig an vertikal gestellten Sprossen, ohne Mitwirkung der Richtkraft des Lichtes, dadurch bewerkstelligt, daß der Epinastie des Blattes negativer Geotropismus entgegenwirkt, wodurch Gleichgewichtslagen zustande kommen, welche der Horizontallage entsprechen oder ihr nahekommen.

Man erkennt also, daß spontane Epinastie für sich allein schon eine günstige Lage des Blattes zum Lichte herbeiführen kann, daß aber noch günstigere Beleuchtungsverhältnisse durch Entgegenwirken von Epinastie und negativem Geotropismus zustande kommen; in beiden Fällen ohne Mitwirkung der Richtkraft des Lichtes.

So kann aber selbst ein aphotometrisches Blatt, wie oben bereits angedeutet wurde, durch Epinastie, oder durch diese in Verbindung mit negativem Geotropismus in günstige Beleuchtungsverhältnisse gelangen, welche bei vertikaler Richtung des Sprosses sich so weit steigern können, daß das Blatt den euphotometrischen Charakter vortäuscht.

Aber selbst das photometrische Blatt zieht aus seiner epinastischen und geotropischen Eignung Nutzen, indem hierdurch, also unabhängig von der Richtkraft des Lichtes, die spätere Lichtlage des Blattes vorbereitet wird.

Ich will nun in einigen charakteristischen Beispielen das pseudophotometrische Blatt vorführen und sodann durch ein gleichfalls charakteristisches Beispiel zeigen, inwieweit auch bei photometrischen Blättern die spätere fixe Lichtlage durch Epinastie und negativen Geotropismus vorbereitet wird.

Die gewöhnlichen *Sedum*-Arten (z. B. *S. acre*, *S. reflexum*, *S. album* usw.) haben sichtlich aphotometrische Blätter, und es ist unschwer zu erkennen, daß diesen Blättern keine Spur von Epinastie innewohnt. Hingegen gibt es *Sedum*-Arten, deren Blätter in der Form gewöhnlichen Laubblättern gleichen und sich wie gewöhnliche Laubblätter zu verhalten scheinen. Diese Blätter haben vor allem die Tendenz, ihre morphologischen Oberseiten nach oben zu richten; sie rufen sogar häufig den Eindruck euphotometrischer Blätter hervor. Zu diesen *Sedum*-Arten gehört auch eine in Gärten und als Topfpflanze häufig kultivierte Spezies (nach gefälliger Bestimmung des Herrn Prof. V. WETTSTEIN *Sedum Fabaria* Koch), mit welcher Pflanze ich eingehende Studien angestellt habe, die mich zu dem Resultate führten, daß die Blätter dieser Pflanze, ganz entgegen dem Augenschein, aphotometrisch sind und den photometrischen Charakter bloß vortäuschen.

Der pseudophotometrische Charakter der Blätter von *Sedum Fabaria* beruht auf dem Zusammenwirken von Epinastie und negativem Geotropismus, wie die vergleichenden Versuche mit licht und dunkel gestellten, normal und invers orientierten Sprossen dieser Pflanze lehren. Bemerkenswert ist, daß im Dunkeln die Epinastie auffällig verstärkt erscheint, was ich auch bei zahlreichen anderen Pflanzen gefunden habe[1]). Auch eine im Dunkeln vor sich gehende Verminderung der Fähigkeit zur negativ-geotropischen Aufrichtung fand ich bei den Blättern von *Sedum Fabaria* und auch bei den Blättern anderer Pflanzen. Ich will aber nicht behaupten, daß die auffällig stark im Dunkeln sich vollziehende epinastische Krümmung dieser Blätter ausschließlich auf Verminderung der geotropischen Gegenwirkung zu stellen sei. Bei konstant schief einfallendem diffusen Lichte stellen sich die Blätter von *Sedum Fabaria* nicht auf dieses direkt senkrecht; wohl aber werden sie durch heliotropische Beugung des Stengels nahezu senkrecht auf das stärkste diffuse Licht gestellt. Die günstige Lage der Blätter zum einfallenden Lichte wird also gar nicht direkt durch die Richtkraft des Lichtes vollzogen, sondern durch Epinastie und Geotropismus des Blattes und nur passiv durch das Licht, nämlich insofern, als durch die heliotropisch sich vorneigenden Stengel die Blätter passiv in günstige Beleuchtung gebracht werden. Die Blätter von *S. Fabaria* sind also nicht photometrisch, sondern pseudophotometrisch.

Auf noch einfachere Weise als bei *Sedum Fabaria* kommt der pseudophotometrische Charakter der Blätter bei *Echeveria glauca* zustande, nämlich fast ausschließlich durch Epinastie. Eine ganz schwach negativ geotropische Gegenwirkung ist an den Blättern der genannten Pflanze insofern erkennbar, als die im Lichte stehenden Blätter eine schwache Aufwärtskrümmung zu erkennen geben, die im Dunkeln unterbleibt. Es ist dieselbe Erscheinung, welche wir bereitsbei *Sedum Fabaria* kennen lernten: die Verminderung der Fähigkeit zur geotropischen Aufwärtskrümmung im Finstern.

Ich möchte nun durch ein Beispiel zeigen, daß Blätter von ausgesprochen euphotometrischem Charakter, in wenig vorgeschrittenen Entwickelungsstadien, pseudophotometrisch sind.

Ich hebe aus meinen in dieser Richtung mit *Goldfussia glomerata* angestellten Versuchen als besonders lehrreich den folgenden hier hervor. Stellt man Stöcke dieser Pflanze im Lichte beziehungsweise im Dunkeln invers auf und sorgt man durch Belastung der Zweigenden, daß dieselben sich nicht geotropisch erheben können,

1) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. II, p. 487.

während die Blätter vollkommene Bewegungsfreiheit haben, so findet man, daß die Wachstumsbewegungen, welche die Blätter im Lichte ausführen, anfangs fast genau dieselben sind als diejenigen, welche im Dunkeln erfolgen. Ein Unterschied ist nur insofern zu finden, als wie in den früher vorgeführten Fällen, auch bei *Goldfussia glomerata* die Blätter im Finstern stärker epinastisch sind und weniger stark geotropisch erscheinen als im Lichte. Die Blätter stellen sich im Lichte so, daß sie infolge epinastischer und negativ geotropischer Bewegungen das Vorderlicht, z. T. sogar das Oberlicht erreichen. Und die im Finstern vor sich gehenden Krümmungen der Blätter führen dahin, daß, wenn man die Pflanze durch Tageslicht beleuchtet, die Blätter ihre Oberseiten dem Vorderlicht z. T. sogar dem Oberlichte zuwenden. Dies geschieht in jener Entwicklungsepoche, in welchen die Blätter etwa $^1/_4 - ^1/_3$ der Länge des ausgewachsenen Zustandes erreicht haben. In diesem, also in einem frühen Entwicklungszustande sind die Blätter von *Goldfussia glomerata* pseudophotometrisch und werden erst in späteren Entwicklungsstadien photometrisch, und zwar euphotometrisch, indem sie unter dem Einfluß der richtenden Kraft des Lichtes sich unter sichtlicher Mitwirkung des Blattstieles genau senkrecht auf die Richtung des stärksten diffusen Lichtes des ihnen dargebotenen Lichtareals stellen.

Der Umschlag des pseudophotometrischen Blattes in das photometrische erfolgt bei verschiedenen Pflanzenarten in verschiedenen Entwicklungsepochen.

Aus den von mir angestellten Beobachtungen und aus den daran geknüpften Erwägungen lassen sich folgende Sätze ableiten:

1. Es gibt Gewächse, deren Blätter in förderliche Beleuchtungsverhältnisse unabhängig von der Richtkraft des Lichtes gelangen. Blätter dieser Art sind oben als pseudophotometrische bezeichnet worden.

2. Der pseudophotometrische Charakter des Blattes wird bedingt entweder durch spontane Epinastie allein oder durch diese im Zusammenwirken mit negativem Geotropismus.

3. Photometrische Blätter, das sind also Blätter, deren Lage durch die Richtkraft des Lichtes bestimmt wird, erreichen schon in frühen Entwicklungsstadien, unabhängig von der Richtkraft des Lichtes, durch Epinastie allein oder durch diese im Zusammenwirken mit negativem Geotropismus eine förderliche Lage zum Lichte. Das am

Schlusse seiner Entwickelung photometrische Blatt war anfangs pseudophotometrisch. —

Die hier vorgeführten Tatsachen über die Lage der Blätter zur Beleuchtung rufen die von HUGO DE VRIES aufgestellte Erklärung des Zustandekommens der natürlichen Lage der Blätter in Erinnerung, der zufolge diese Lage durch Epinastie, negativen Geotropismus und Blattgewicht zustande kommen soll und dem Lichte hierbei keine oder doch nur eine untergeordnete Rolle zugesprochen wird[1]).

In meinem Versuche (Heliotropismus, 2. Teil, 1880), die Ursachen der fixen Lichtlage der Blätter nachzuweisen, habe ich auch auf die Bedeutung der (spontanen) Epinastie, des negativen Geotropismus und der Blattgewächse bei dem Zustandekommen dieser Erscheinung hingewiesen, betonte aber, daß das Licht hierbei das ausschlaggebende Moment sei.

Die fortschreitende Forschung hat die ausschlaggebende Bedeutung des Lichtes für die Lage des photometrischen Blattes außer Zweifel gestellt, eine Anschauung, welche, wenn auch in unvollkommener Form, früher schon von BONNET, DUTROCHET und HOFMEISTER ausgesprochen wurde.

Die von DE VRIES vertretene Ansicht hat sich trotz vieler in seiner Arbeit enthaltenen genauen und wertvollen Beobachtungen doch als unvollständig begründet herausgestellt; aber sie war nichts weniger als aus der Luft gegriffen: sie behält vor allem ihre Richtigkeit für jene, wie es scheint, weit verbreitete Kategorie von Blättern, welche ich in diesem Aufsatze als pseudophotometrische bezeichnet habe; aber sie kann für das photometrische Blatt keine Geltung beanspruchen[2]).

Wien im Juni 1911.

---

1) H. DE VRIES, Über die Ursachen der Richtung bilateral-symmetrischer Pflanzenteile, in SACHS' Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg, I, 1874, S. 261.

2) Im Zusammenhange mit verwandten Fragen und z. T. ausführlicher habe ich den im obigen Aufsatz erörterten Gegenstand in einer Abhandlung dargestellt, welche unter dem Titel „Weitere Beiträge über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen" in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wiss. in Wien, Math. nat. Klasse, Bd. CXX, Abt. I, 1911, erscheinen wird.

46. Ernst Küster: Uber amöboide Formveränderungen der Chromatophoren höherer Pflanzen.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 17. Juni 1911.)

Seitdem ich auf die weitgehenden Formveränderungen aufmerksam geworden bin, welche die Chromatophoren von *Ceramium* erfahren können[1]), bin ich immer bemüht geblieben, auch aus der Reihe der Phanerogamen Objekte ausfindig zu machen, bei welchen die Chromatophoren zu ähnlichen Formveränderungen befähigt sind, wie die der genannten Rotalge, und welche durch die Befähigung zu amöboiden und anderen Deformationen Rückschlüsse auf ihren Aggregatzustand zu ziehen gestatten. So auffallende Formveränderungen, wie sie die langen bandförmigen Chromatophoren der Internodialzellen von *Ceramium* ausführen, ließen sich zwar bei den kleinen scheibchenförmigen Chromatophoren der höheren Pflanzen nicht erwarten, — bescheidenere Formänderungen aber mit um so größerer Sicherheit, als auch die ähnlich gestalteten Farbstoffträger verschiedener mariner Diatomeen ihre Befähigung zu solchen leicht erkennen lassen.

Wie ich bereits bei anderer Gelegenheit mitgeteilt habe[2]), sind die blassen Chloroplasten in den Blattepidermen von *Listera ovata* (Blattunterseite) befähigt, Pseudopodien auszustrecken und wieder einzuziehen; ich habe an Material, das aus Thüringen stammte, die in Rede stehende Erscheinung wiederholt beobachtet, an holsteinischem Material derselben Orchidee bisher niemals wiederfinden können.

Mit Objekten, deren Chromatophoren sich sehr viel lebhafter bewegen als die von *Listera*, und bei deren Untersuchung man mit großer Sicherheit auf das Eintreten der Bewegungserscheinungen rechnen darf, bin ich während der Frühlings- und Sommermonate 1910 und 1911 bekannt geworden; die nachfolgenden Zeilen sollen hierüber berichten.

Die Epidermiszellen erwachsener Blätter von *Orchis latifolius* enthalten zahlreiche große Leukoplasten, die fast immer mehr oder

1) Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Pflanzenzelle I (Zeitschr. f. allg. Phys., 1904, Bd IV, S. 221).

2) Über Inhaltsverlagerungen in plasmolysierten Zellen (Flora 1910, Bd. 100, S. 267, 281).

minder dicht den Zellkern umlagern. Besonders geeignet für unsere Zwecke scheinen die Zellen der oberseitigen Blattepidermis zu sein. In den weitaus meisten Zellen verharren ihre Leukoplasten während der Untersuchung in vollkommener Ruhe; hie und da findet man aber einzelne Zellen, deren Leukoplasten amöboide Formveränderungen zeigen. Noch deutlicher und lebhafter werden dieselben Formveränderungen, wenn man die Zellen mit wasserentziehenden Lösungen behandelt: ich verfuhr meist in der Weise, daß ich n-Rohrzucker, n-Kaliumnitrat oder n-Calciumnitrat zu den Epidermispräparaten zufließen ließ und sogleich, wenn die ersten Wirkungen der plasmolysierenden Lösungen sichtbar wurden, diese durch Auswaschen mit Wasser wieder beseitigte. Sowohl während des Wasserentzuges und beim Beginn der Plasmolyse als auch später nach Zuführung von Wasser und noch lange nach Beseitigung der Plasmolyse kann man an den

a b c

Fig. 1.

Leukoplasten sehr vieler Zellen die wunderlichsten Formveränderungen wahrnehmen.

An denjenigen Stellen, an welchen das Plasmolyticum schnell und energisch wirkt, sieht man die Leukoplasten schnell zusammensinken: ihr Volumen verringert sich zusehends, ihr Lichtbrechungsvermögen wird stärker, und ihre Gestalt erfährt allerhand unregelmäßige Deformationen. Auf diese Veränderungen, welche nichts Auffälliges an sich haben, will ich hier nicht näher eingehen.

Deformationen anderer Art stellt Fig. 1 dar: der Leukoplast hat an der einen Seite ein schmales „Pseudopodium" gebildet (a), hat dieses bald darauf wieder eingezogen und einen ähnlichen Fortsatz an anderer (in der Figur nach unten gewandter) Stelle getrieben (b) und schließlich wieder sich abgerundet und normale Gestalt angenommen (c).

Die drei Phasen, welche in Fig. 1 dargestellt sind[1]), hat der

1) Alle hier gegebenen Skizzen machen als zeichnerische Momentaufnahmen selbstverständlich keinerlei Anspruch auf genaue Wiedergabe der Form- und Größenverhältnisse; zur Illustrierung des prinzipiell Wichtigen werden sie gleichwohl genügen.

Leukoplast binnen 5 Minuten durchgemacht: sehr oft ist der Formwechsel der Leukoplasten ein sehr viel schnellerer als in dem hier dargestellten Falle.

Fig. 2 stellt die Deformationen dar, welche ein Leukoplast nach Behandlung des Epidermispräparates mit n-Rohrzucker und nach Auswaschen mit Leitungswasser erkennen ließ (4 Minuten). Bei a, b und c ist ein hakenförmig gekrümmtes Pseudopodium an einem Ende des langgestreckten Chromatophoren sichtbar; dieses streckt sich später geißelartig aus (d); nun folgt eine Phase der Kontraktion: sowohl die Hauptmasse des Chromatophoren, als auch die Masse des Pseudopodiums ziehen sich zusammen und bereiten einen tropfigen Zerfall des Leukoplastenleibes vor (e). Bei f ist dieser Zerfall fast perfekt geworden: ein großer und ein kleiner Anteil sind — ähnlich wie man es am Protoplasten plasmolysierter Zellen tausendfältig sehen kann — nur noch durch einen sehr feinen Faden Leukoplastensubstanz miteinander verbunden. Der kleine Anteil bewegt sich lebhaft weiter, verbreitert sich und nimmt dreiecksähnliche Form an (g); es ist mir unmöglich zu sagen, ob beide Teile in dieser Phase noch durch einen Faden der Plastidensubstanz verbunden waren oder nicht. Wenige Augenblicke später sind beide Teile wieder zu einem zusammengeflossen; aus dem „Dreieck" sind zwei schenkelähnliche Pseudopodien geworden (h). Nun beginnt ein lebhaftes Formenspiel: an dem Pole des Leukoplasten, an welchem die Aufnahme des kleineren Anteils stattgefunden hat, wogen die Pseudopodien in fortwährendem Formwechsel hin und her; eine dieser Phasen ist in i dargestellt. Schließlich tritt Ruhe ein; der ganze Leukoplast rundet sich ab, seine Form wird wieder die normale (ähnlich wie in Fig 1c).

Bilder wie die in Fig. 2 dargestellten habe ich bei *Orchis latifolius* nach Rohrzucker- oder Kalisalpeterlösung außerordentlich reichlich beobachtet. Die Agilität, mit welcher die Chromatophoren ihre Form verändern, ihre Pseudopodien ausstrecken und wieder einziehen, ist ganz erstaunlich und steht sehr im Gegensatz zu der Trägheit, mit welcher z. B. die Chromatophoren von *Ceramium* ihre Pseudopodien oder pseudopodienähnlichen Fortsätze bilden; es ist zwar leicht, bei *Ceramium* die Kontraktion der Chromatophoren unter dem Mikroskope zu verfolgen; die Ausbreitung der Chromatophorenmasse erfolgt aber offenbar sehr langsam, und es ist mir bisher kein Mittel bekannt geworden, sie künstlich zu beschleunigen.

Insbesondere habe ich auch Formen, welche den in Fig. 2 f dargestellten entsprechen, in den Epidermiszellen von *Orchis lati-*

folius oft gefunden: zwei rundliche Leukoplastenstücke, ein großes und ein kleines, fand ich nicht selten nebeneinander liegen; es liegt nahe, zu vermuten, daß auch in diesen Fällen tropfiger Zerfall eingetreten, die Fusion der beiden Teilstücke, wie sie soeben für den in Fig. 2 dargestellten Fall zu schildern gewesen ist, aber ausgeblieben war.

Die hier geschilderten und abgebildeten Erscheinungen sind untereinander insofern verschieden, als die Mechanik dieser Formänderungen höchstwahrscheinlich sehr ungleich ist.

In einer Epidermiszelle, deren Protoplasma ausnahmsweise schnell strömte, habe ich einmal beobachten können, daß ein in

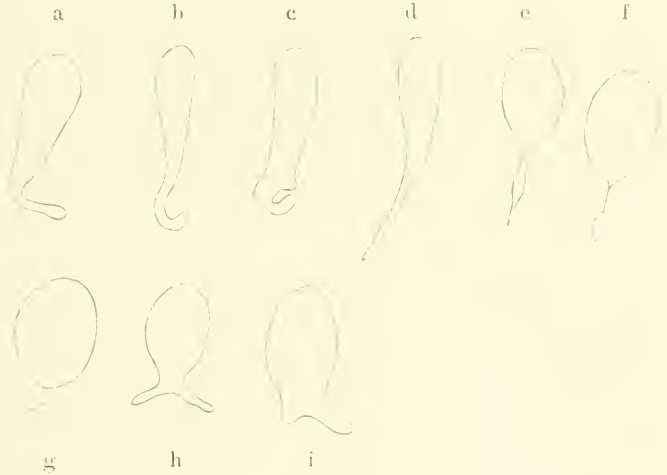


Fig. 2.

die Strömung geratener Leukoplast von dieser lang ausgezogen wurde, als ob es sich um eine weiche, teigähnliche Masse handele. Ich möchte vermuten, daß auch langsame Strömung unter Umständen deformierend auf die Leukoplasten wirken kann, und möchte die in Fig. 3 dargestellten Formen auf die Wirkung der Plasmaströmung vermutungsweise zurückführen. Es handelt sich um eine Zelle, deren Plasma mäßig schnell strömte, und welche keine Behandlung mit plasmolysierenden Lösungen erfahren hatte; der dargestellte Leukoplast ist mit einem langen pseudopodiumähnlichen Fortsatz ausgestattet, der allerhand bescheidene Formwandlungen (a—f) während der Beobachtung erfuhr; daß der Fortsatz eingezogen worden wäre, und der Leukoplast sich abgerundet hätte, wurde nicht beobachtet.

Zweitens werden Zwangsformen den Leukoplasten dadurch

aufgenötigt, daß während oder nach der Behandlung der Epidermiszellen mit plasmolysierenden Lösungen in ihrem Protoplasma sich zahlreiche kleine Vakuolen bilden. Leukoplasten, welche zwischen mehreren solchen Vakuolen liegen, können von ihnen deformiert werden. Bei *Orchis incarnatus* habe ich den Einfluß der Vakuolen auf die Leukoplastenform — zumal nach Behandlung der Zellen mit Kalisalpeter — besonders deutlich wahrnehmen können; die Leukoplasten in der Epidermis der Blattoberseite sind auch bei dieser *Orchis*-Art für unsere Untersuchungen vorzüglich geeignet. Bei *Orchis latifolius* entgehen die nach Plasmolyse entstehenden Vakuolen sehr leicht der Beobachtung — offenbar eine Folge des geringen Lichtbrechungsvermögens des Plasmas.

Nach Abzug der durch mechanischen Zug und Druck hervor-

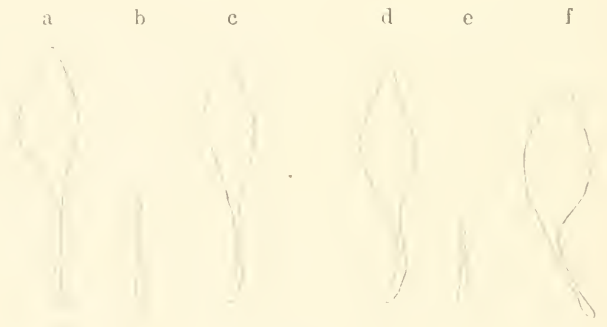


Fig. 3.

gerufenen Deformationen bleiben noch weitere Formveränderungen zu erklären übrig, die nicht anders als durch anhomogene Oberflächenspannung zustande kommen können. Ich meine in erster Linie die Bildung stumpfer zungenförmiger, lebhaft hin und her spielender und fließender Pseudopodien, wie sie besonders deutlich in Fig. 2 h und i oder Fig. 4 dargestellt sind (Beobachtungszeit 3 Minuten); letztere stellt übrigens die Formwandlungen eines Chromatophoren dar, der keinerlei Vorbehandlung mit osmotisch wirksamen Lösungen durchgemacht hatte.

Die geschilderten Formveränderungen treten zwar am reichlichsten und am sichersten auf, wenn man die Zellen geeigneten Materials in der oben beschriebenen Weise mit plasmolysierenden Lösungen behandelt; sie fehlen aber auch — siehe Fig. 3 und 4 — in Präparaten nicht, die frisch dem Blatt entnommen sind und in reinem Wasser untersucht werden. Diese Erfahrung spricht schon dafür, daß die geschilderten Deformationen keine Absterbe-

erscheinung der Leukoplasten darstellen oder eine solche einleiten. Die mit lebhaft beweglichen Pseudopodien ausgestatteten Leukoplasten haben durchaus normales Aussehen und unterscheiden sich dann, wenn sie die Pseudopodien eingezogen und sich wieder abgerundet haben, in nichts von denjenigen, welche in ungestörten normalen Zellen den Zellenkern umlagern. Wie das Protoplasma können auch die Leukoplasten nach Behandlung der Zellen mit plasmolysierenden Mitteln vakuolig werden; aber auch vakuolenführende Leukoplasten bleiben zu Ausbreitungs- und Kontraktionserscheinungen befähigt. Letzteres habe ich bei *Orchis latifolius* und namentlich bei *O. incarnatus* sehr schön beobachten können. Übrigens habe ich in den Leukoplasten niemals mehr als je eine Vakuole erscheinen sehen.

Fig. 4.

Darüber, welche Faktoren die Bildung von Pseudopodien an den Leukoplasten der Orchideen verhindern können, vermag ich keine Auskunft zu geben. Nicht an allen Präparaten kann man die amöboiden Bewegungen der Leukoplasten gleich gut beobachten, sehr oft verhalten sich benachbarte Zellen der präparierten Epidermisfetzen verschieden. Eine schmalblättrige Form von *Orchis latifolius*, die ich in der Umgegend von Kiel an verschiedenen Standorten sammelte, lieferte im allgemeinen geeignetere Präparate als die typische breitblättrige Form; ob dieser Unterschied durch die spezifischen Eigentümlichkeiten der von mir untersuchten Formen oder in erster Linie durch ungleiche Standorts- und Ernährungsverhältnisse bedingt worden ist, muß unentschieden bleiben.

Welche Beziehungen bestehen zwischen den amöboiden Formveränderungen, welche die Leukoplasten der genannten *Orchis*-Arten erkennen lassen, und ihren Wanderungen innerhalb der Zelle? Ich habe es einige Male beobachten können, daß ein Leukoplast nach irgend einer Seite hin ein Pseudopodium vorstreckte, und daß die

Hauptmasse des Plastiden in eben derselben Richtung nachfloß, so daß die Formveränderung mit einer bescheidenen Ortsveränderung sich kombinierte. Viel häufiger ist aber der Fall, daß die Pseudopodien nach kürzerer oder längerer Zeit von den Leukoplasten wieder eingezogen werden, und ein Nachströmen und eine Ortsveränderung nicht eintreten. Die Formveränderungen, welche ich hier beschrieben habe, und die durch kräftige osmotische Störungen herbeigeführt werden können, haben demnach mit aktiven Wanderungen der Leukoplasten nichts zu tun. Daß Leukoplasten, welche Pseudopodien gebildet haben, sich fortbewegen, ist zwar oft zu sehen; ihre Bewegung ist aber eine passive; man kann sich deutlich davon überzeugen, daß sie vom strömenden Plasma getragen werden — bald mit dem Pseudopodium vorwärts, bald in entgegengesetzter Richtung.

Die Betrachtung derjenigen Änderungen in den Umrißformen der Leukoplasten, die wir vorhin auf ungleichmäßige Änderungen in der Oberflächenspannung zurückführten, und die demnach den anhomogenen Angriff irgend eines Agens voraussetzen, legt die Frage nahe, ob sich hinsichtlich der Richtung, in welcher die Leukoplasten einer Zelle ihre Pseudopodien vorstrecken, irgend welche Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen. Ich habe derartige Gesetzmäßigkeiten bisher nicht finden können und möchte hier nur noch darauf aufmerksam machen, daß ich auch von Erscheinungen, die als negative oder positive Karyotaxis gedeutet werden könnten, niemals etwas wahrgenommen habe. Es ist zwar der Fall gar nicht selten, daß viele von den Leukoplasten, welche den Zellenkern umlagern, nach Behandlung mit plasmolysierenden Lösungen auf der dem Zellkern abgewandten Seite fadenförmige Fortsätze von oft erheblicher Länge bilden; bei diesen Deformationen handelt es sich aber um die vorhin an erster Stelle erwähnten Zwangsformen, welche strömendes und vakuolig degenerierendes Plasma den Leukoplasten aufnötigt. Leukoplasten, welche in einigem Abstand vom Zellenkern in den Protoplasmafäden liegen, die in wechselnder Zahl von diesem ausgehen, bilden ganz ähnliche fädige Fortsätze bald nach dem Kern hin, bald von ihm fort. —

Die Chromoplasten der Blüten und Früchte scheinen im allgemeinen zu amöboiden Formveränderungen recht wenig befähigt zu sein. Meine Untersuchungen haben mich bisher mit keinem günstigeren Objekte bekannt gemacht als es die Chromoplasten in den Blüten verschiedener *Iris*-Arten sind; aber auch diese Plastiden bewegen sich nur außerordentlich träg und stellen die Geduld des

Beobachters auf sehr viel schwerere Proben als die vorhin geschilderten Leukoplasten. Viele *Iris*-Arten tragen, wie bekannt, auf der Innenseite der äußeren Perigonblätter bürstenähnliche „Bärte"; die einzelnen Barthaare bestehen aus vielen Zellen, in welchen gelbliche Chromoplasten anzutreffen sind. Namentlich *Iris asiatica* hat mir brauchbare Präparate geliefert: die oberflächlichen Zellen der erwähnten Haare, noch besser oft die Zellen der nächstfolgenden inneren Lage zeigen die Chromoplasten in fortwährendem bescheidenen Formwechsel; auch Neigung zu tropfigem Zerfall scheint hie und da bei ihnen zu bestehen. Ein Mittel, die amöboiden Formveränderungen der *Iris*-Chromoplasten zu beschleunigen, habe ich nicht gefunden; Plasmolytika sind wirkungslos auf sie.

Aus den hier mitgeteilten Beobachtungen geht folgendes hervor:

1. Die Leukoplasten der oben genannten *Orchis*-Arten sind flüssig; das beweist die Fähigkeit zu amöboiden Formveränderungen und zum tropfigen Zerfall lebender und gesunder Leukoplasten. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß auch anders geartete Chromatophoren anderer Phanerogamen (z. B. die Chromoplasten von *Listera*, die Chromoplasten von *Iris*) hinsichtlich des Aggregatzustandes mit den *Orchis*-Leukoplasten übereinstimmen. Ob die von HABERLANDT[1]) bei Einwirkung niedriger Temperaturen beobachtete Fusion von Chlorophyllkörnern höherer Pflanzen als ausreichend zum Nachweis der Flüssigkeitsnatur normaler Chlorophyllkörner betrachtet werden darf, wage ich nicht zu entscheiden.

2. Ein Peristromium im Sinne SENNs[2]) war an den geschilderten Chloro-, Leuko- und Chromoplasten niemals wahrzunehmen; die Pseudopodien gehören stets der Chromatophorenmasse selbst an, niemals einem sie umhüllenden plasmatischen Organ irgend welcher besonderen Art.

3. Zur Ortsveränderung der Chromatophoren tragen die geschilderten amöboiden Formveränderungen im allgemeinen nicht bei.

Kiel, Botanisches Institut der Universität.

---

1) HABERLANDT, G., Über den Einfluß des Frostes auf die Chlorophyllkörner. (Österr. Botan. Zeitschr., 1876, Bd. XXVI, S. 249.)

2) SENN, G., Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzen-Chromatophoren. Leipzig 1908.

47. Wilhelm Rössler: Ein neuer Fall des Durchgangs eines Pollenschlauches durch das Integument.

(Mit Tafel XIII.)

(Eingegangen 17. Juni 1911.)

Angeregt durch eine Mitteilung von HALLIER in den Berichten unserer Gesellschaft[1]) habe ich mich mit einer Untersuchung über den Verlauf des Pollenschlauches von Aceraceen beschäftigt. Ich habe dabei an *Acer Negundo* L. einen Fall abweichenden Verhaltens des Schlauches beobachtet, der mir mitteilenswert erscheint.

Die zwei langen, oft gekrümmten und gedrehten Narben von *Acer Negundo* L. gehen in einen ganz kurzen Griffel über. Papillen bedecken dicht die einander zugekehrten und die diesen benachbarten Längsstreifen der Narbenoberfläche. Nicht papillös hingegen sind die jenen ersteren entgegengesetzten Längsstreifen[2]). Die Papillenbedeckung setzt sich ohne Unterbrechung in den Griffelkanal, auf die Placenta und bis auf die Unterseite des äußeren Integumentes der je zwei Samenanlagen beider Ovarfächer fort.

Die mit der Mikropyle nach unten gerichteten Ovula sitzen mit breiter Basis der Placenta an. Das innere Integument überragt das äußere, das sich an der Bildung der breiten Mikropyle nicht beteiligt. Merkwürdig ist die starke Anschwellung des äußeren Integuments auf der Unterseite. Diese ist, wie schon erwähnt, mit den Papillen des leitenden Gewebes besetzt. Über die ähnlichen Verhältnisse bei anderen Aceraceen hat BUCHENAU[3]) ausführlich an der Hand klarer Bilder berichtet, sich auch mit den Anschauungen PAYERs auseinandergesetzt, der jene Anschwellung des äußeren Integuments als Arillus auffaßt. Für uns ist hier nur von Interesse, daß bei *Acer Negundo* L. ein ausgebildetes leitendes Gewebe, aus Papillen bestehend, bis fast zur Mikropyle hinführt. Die Papillen, die jene Anschwellung des äußeren Integuments bedecken, färben sich außerordentlich stark (es wurde mit Hämatoxylin gefärbt) und heben sich dadurch

1) Zur Frage nach dem Ursprung der Angiospermen. 1907, Heft 9.

2) Durch die Krümmung und Drehung der Narben wird die gegenseitige Lage der Längsstreifen beider Narben natürlich abgeändert.

3) Morphologische Bemerkungen über einige Acerineen. Botanische Zeitung 1861, Nr. 39.

stets deutlich ab. Man darf wohl diese stärkere Färbung der Papillen einem von ihnen ausgeschiedenen Sekrete zuschreiben.

Man kann nun den Pollenschlauch im leitenden Gewebe, zwischen den Papillen kriechend, antreffen. Figur 1 der Tafel XIII zeigt ein Stück des Schlauches im unteren Teil des Griffelkanals. Figur 2 zeigt ein Schlauchstück in dem papillenreichen Raume unterhalb der Griffelbasis. Anstatt nun den normalen Weg zur Mikropyle zu nehmen, dringt der Schlauch, von den Papillen des äußern Integuments kommend, schräg durch das innere Integument (vgl. Fig. 8!) interzellular hindurch, verläuft dann in dem Zwischenraum zwischen Integument und Knospenkern und gelangt so auf die Oberfläche des Kernscheitels. Hier angelangt, beschreibt er noch einen kurzen bogenförmigen Weg auf der Oberfläche des Kernscheitels und dringt dann ins Innere des Knospenkerns, dem Embryosack entgegen, zuweilen für kurze Strecken vom direkten Wege abweichend.

Zur Veranschaulichung und zum Belege für das Gesagte wollen wir eine Serie von acht aufeinanderfolgenden Mikrotomlängsschnitten betrachten (Fig. 3 bis 10). Die Schnitte gehen der breiten Ovarseite parallel. Überall sieht man den Kernscheitel offen aus dem inneren Integument hervorragen. Die Mikropyle ist also auffallend groß. Links erscheint auf allen Schnitten das leitende, aus stark tingierten Papillen bestehende Gewebe.

In Figur 3 hat der Schnitt im Knospenkern zuerst den Pollenschlauch getroffen, der in der Längsachse des Knospenkerns zum Embryosack strebt. Der nächste Schnitt in Figur 4 hat dasselbe Schlauchstück mehr median getroffen. Der folgende Schnitt in Figur 5 belehrt uns darüber, daß der Pollenschlauch sowohl oben wie unten eine rechtwinklige Biegung erfährt, denn wir sehen nur 2 etwa kreisförmige Querschnitte des Schlauches. Die Querrichtung dauert auf dem nächsten Schnitt (Figur 6) noch fort. In Figur 7 ist im Knospenkern unten, also mikropylewärts, wieder ein Querschnitt des Schlauches sichtbar, ein Beweis, daß der Schlauch immer noch in der Querrichtung beharrt; oben ist er aber nicht mehr quer, sondern längs getroffen, ein Anzeichen, daß er jetzt wieder in der Längsrichtung des Nucellus verläuft. Figur 8 zeigt nun am deutlichsten, wie der Pollenschlauch interzellular in schräger Richtung das innere Integument durchbohrt und dann zwischen diesem und dem Knospenkern zur Oberfläche des Kernscheitels strebt. Im Knospenkern tritt in Figur 8 wieder ein Querschnitt des Schlauches nahe der Mikropyle auf. Die Figuren 9 und 10 zeigen uns den Pollenschlauch auf der Ober-

fläche des Kernscheitels; während jene zweigetrennte Querschnitte des Schlauches aufweist, läßt Figur 10 auch das diese verbindende Stück des Pollenschlauches erkennen. Kleinere Stücke bzw. Schnitte des Schlauches im inneren Integument zeigen auch die Figuren 6 bis 10.

Verfolgt man nun den Schlauch, indem man, mit dem langen schrägen Schlauchstück in Figur 8 beginnend, zu Figur 9 und 10 übergeht, geht man ihm dann weiter in den Figuren 8, 7, 6, 5, 4, 3, 4, 5, 6 und endlich 7 nach, so gelingt es, seinen oben geschilderten Verlauf zu erkennen.

In dem anderen Fache desselben Ovars wurde ein ähnliches Verhalten eines Pollenschlauches festgestellt. — Ob der Pollenschlauch immer den geschilderten Verlauf nimmt, lasse ich dahingestellt.

Jenes abweichende Verhalten des Pollenschlauches erscheint merkwürdig. Man wird dadurch an das Verhalten des Pollenschlauches von *Ulmus* erinnert. NAWASCHIN, dem unsere Kenntnisse über die von TREUB entdeckte Chalazogamie die größte Förderung verdanken, fand[1]), daß *Ulmus* eine Mittelstellung zwischen Porogamie und Chalazogamie einnehme. Das gewöhnliche Verhalten dieser Pflanze ist nämlich, daß der Pollenschlauch interzellular durch den Funiculus und unter Vermeidung des langen Weges über die Chalaza direkt durch die Integumente zu dem Kernscheitel wächst. Doch kommt normale Chalazogamie auch ausnahmsweise vor. *Ulmus* ist also nicht streng chalazogam.

MURBECK, der Entdecker der Chalazogamie von *Alchemilla arvensis*[2]), hat zuerst scharf hervorgehoben, daß Chalazogamie nur ein extremer Fall sei des „interzellularen Wachstumsmodus der Pollenschläuche".

An den Fall von interzellularem Wachstum des Pollenschlauches von *Ulmus* wird man also bei *Acer Negundo* L. erinnert. Auch hier durchbohrt der Pollenschlauch interzellular das Integument. Ein Unterschied besteht indessen insofern, als unser Pollenschlauch erst wieder zwischen Kern und Integument auf die breite freie Oberfläche des Kernscheitels kriecht, um dann erst nach kurzem oberflächlichen Verlauf interzellular zum Embryosack zu wachsen. Vor allem aber ist unser Fall von dem bei *Ulmus* beobachteten

1) Über das Verhalten des Pollenschlauches bei der Ulme. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1898.

2) Über das Verhalten des Pollenschlauches bei *Alchemilla arvensis* (*L.*) Scop. und das Wesen der Chalazogamie. Lund's Universitets Års-Skrift, 36. Bd., Afd. 2, No. 9, 1901.

dadurch verschieden, daß der Pollenschlauch zuerst gar keine Neigung zum interzellularen Wachstum zeigt. Wir sahen ja, daß der Schlauch von *Acer Negundo* L. in normaler Weise in dem reichlich entwickelten leitenden Gewebe, zwischen den — wahrscheinlich sezernierenden — Papillen zu den Samenanlagen gelangt.

ZINGER[1]) hat bei Cannabineen, die des Mikropylekanals entbehren, ein Durchwachsen der Integumente seitens des Pollenschlauches beschrieben.

LONGO[2]) hat bei *Cucurbita Pepo* L. ebenfalls interzellulares Wachstum des Pollenschlauches gefunden. Der Schlauch dringt stets interzellular durch ein besonderes Leitungsgewebe, hier repräsentiert durch die Ovarnähte, bis in das Gewebe des Funiculus. Das Leitungsgewebe aus kleinen, inhaltreichen Zellen bezeichnet seinen Weg und führt ihn quer durch das äußere Integument in die halsartige Verlängerung des Knospenkerns. Zuweilen bleibt eine Mikropyle und ein kurzer mikropylarer Kanal, der aber funktionslos ist. Man bemerkt durchaus keine Lösung des Zusammenhanges (non si osserva affatto soluzione di continuità").

Das von mir oben geschilderte Verhalten des Pollenschlauches von *Acer Negundo* L. ist von dem des Schlauches der Cannabineen und von *Cucurbita Pepo* dadurch unterschieden, daß eine eigentliche Mikropyle hier nicht fehlt, sondern frei und offen daliegt.

Der Grund des abweichenden Verhaltens unseres Pollenschlauches harrt noch der Aufklärung. Könnte man mit NAWASCHIN und MURBECK annehmen, daß bei den Pflanzen, die ein rein interzellulares Wachstum des Schlauches zeigen, eine Unfähigkeit desselben vorliegt, in Höhlen zu wachsen, so versagt diese Hypothese hier, da ja für die erste Wegstrecke und auch später im Mikropylarraum der Pollenschlauch diese Fähigkeit dokumentiert. Wir resümieren: Der Pollenschlauch von *Acer Negundo* L. benutzte zuerst das reichlich vorhandene leitende Gewebe, indem er zwischen den Papillen der Höhlen hinkroch, zog

---

1) Beiträge zur Kenntnis der weiblichen Blüten und Inflorescenzen bei Cannabineen. Flora, Bd. 85, 1898.

2) La mesogamia nella commune Zucca (*Cucurbita Pepo* Lin.). Atti della Reale Accademia dei Lincei, 1901.

Er nennt die Chalazogamie Basigamie und unterscheidet davon Mesogamie, wie sie bei Ulmaceen und Cannabinaceen vorkommt. Das normale Verhalten des Pollenschlauches bezeichnet er als porogame Acrogamie und den von ihm und PIROTTA entdeckten Fall von *Cynomorium coccineum* Lin. (*Ficus Carica* verhält sich, wie LONGO später fand, ebenso): Aporogame Acrogamie.

aber dann trotz weit geöffneter Mikropyle den interzellularen Weg durch das Integument vor.

LONGO[1]) vermutet, daß in jedem Falle chemotaktisch wirkende Stoffe den Pollenschlauch leiten, die im Falle interzellularen Wachstums im Innern der Gewebe, im Fall normalen Wachstums jedoch an der Oberfläche des leitenden Gewebes abgeschieden würden. Bei *Ulmus* z. B., wo der Pollenschlauch, um mit LONGO zu reden, bald basigam, bald mesogam wächst, müßte man dann annehmen, daß die betreffenden chemotaktisch wirksamen Stoffe bald hier, bald da im Gewebe ausgeschieden würden, also nicht einen genau bestimmten und beständigen Weg („una via ben determinata e costante") wie bei Hanf und Hopfen, darstellen würden. Das ist eine Konsequenz, die etwas gewagt erscheint. Ob in unserem Falle bei *Acer Negundo* L. jene LONGOsche Erklärung zutrifft, lasse ich dahingestellt.

Herrn Geheimrat KNY und Herrn Professor BAUR danke ich für die Erlaubnis, die vorliegende Arbeit im botanischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin anzufertigen.

Erklärung der Tafel XIII.

Sämtliche Abbildungen stellen Mikrotom-Längsschnitte eines und desselben Gynaeceums von *Acer Negundo* L. dar. Die Schnitte gehen der Breitseite des Ovars parallel.

Fig. 1. Stück eines Pollenschlauches an der Griffelbasis. Beiderseits vom Schlauche sind Querschnitte der Papillen des leitenden Gewebes zu sehen; links oben festes Gewebe. Vergrößerung 480.

Fig. 2. Stück eines Pollenschlauches unterhalb der Griffelbasis. Ringsumher sind Papillenquerschnitte zu sehen. Vergrößerung 480.

Fig. 3 bis 10. Lückenlose Schnittserie eines Ovulums. Ueberall sieht man den Kernscheitel offen aus dem inneren Integument hervorragen; die Mikropyle ist also auffallend groß. Links erblickt man die das angeschwollene äußere Integument bedeckenden Papillen. Vergrößerung 250, nur bei Fig. 8: 440.

Fig. 3. Ein Schlauchstück ziemlich in der Längsachse des Knospenkerns verlaufend.

Fig. 4. Dasselbe Schlauchstück mehr median getroffen.

Fig. 5. Der Schlauch ist zweimal quergeschnitten.

Fig. 6. Desgleichen. Im inneren Integument, links, ist ein Schlauchstück sichtbar.

1) Sul significato del percorso endotropico del tubetto pollinico. Atti della Reale Accademia dei Lincei, 1901.

Fig. 7. Unten nahe dem Kernscheitel sieht man einen Querschnitt des Pollenschlauches, oben ist er etwa in der Längsrichtung getroffen. Im inneren Integument, links, erscheint wieder ein Stück des Schlauches.

Fig. 8. Ein Schlauchstück schräg im inneren Integument, dann im Zwischenraum zwischen Integument und Kern zum Kernscheitel verlaufend. Ein Querschnitt des Schlauches ist nahe dem Kernscheitel im Korngewebe sichtbar. Auch im inneren Integument ist der Pollenschlauch nochmals getroffen worden.

Fig. 9. Auf der Oberfläche des Kernscheitels sind zwei Schlauchquerschnitte sichtbar. Im inneren Integument, auf der linken Seite der Figur, ein Schlauchstück.

Fig. 10. Ein schwach gebogenes, zweimal vom Schnitt getroffenes Schlauchstück ist auf der Oberfläche des Kernscheitels zu sehen; im inneren Integument wieder ein Querschnitt des Pollenschlauches.

48. G. Diethelm Lieber: Über die Zucker in den Knollen der Nephrolepis hirsutula Presl.

(Aus dem chemischen Institute der k. k. Universität Innsbruck.)

(Eingegangen am 18. Juni 1911.)

Herr Prof. Dr. E. HEINRICHER, Innsbruck, ließ mir in freundlicher Weise die Anregung zuteil werden, die Knollen an den Stolonen von *Nephrolepis hirsutula* Presl. auf ihren Zuckergehalt und gegebenenfalls auf die Art der vorhandenen Zucker zu untersuchen; auch stellte er mir mit gleichem Entgegenkommen das Untersuchungsmaterial zur Verfügung, so daß ich vor allem weiteren nicht verfehle, dem Genannten meinen verbindlichen Dank für all das auszusprechen.

Die Knollen, welche sich an den Stolonen (Ausläufern) der *Nephrolepis hirsutula* Presl. und mehrerer anderer Arten der Farngattung *Nephrolepis* vorfinden, sind, wie aus der Arbeit Prof. E. HEINRICHERs „Zur Kenntnis der Farngattung *Nephrolepis*“ [1]) hervorgeht, in botanischer Beziehung sehr interessant. Diese Arbeit gibt dem Botaniker außer der grundlegenden Behandlung der Frage auch die Angaben über die einschlägige Literatur, weshalb ich mich darauf beschränken kann, sie allein anzuführen.

In dieser Abhandlung werden die Knollen der Pflanze als „Wasserspeicher“ bezeichnet; ferner lautet der erste Punkt der

1) E. HEINRICHER, Zur Kenntnis der Farngattung *Nephrolepis*, Flora (allgem. bot Ztg.) Bd. 97, Jahrg. 1907, 1. Heft.

Ergebniszusammenfassung: „Die Knollen von *N. cordifolia* Presl. Subsp. *atuberosa* von *N. hirsutula* Presl. und *N. Pluma* Moore, *philippinensis* sind zur Regeneration von Pflanzen sehr geneigt und dienen jedenfalls in hohem Maße der vegetativen Vermehrung." Aus diesem Verhalten der Pflanzenteile wurde die Vermutung abgeleitet, daß dieselben außer ihrem leicht erkennbar hohen Wassergehalte auch Reservestoffe enthalten, und zur Erkennung solcher wurden unter dem Mikroskope Versuche angestellt. Diese ergaben — siehe S. 54—55 — das Vorhandensein von Stärkekörnern und „kupferreduzierender Substanzen" in reichlicher Menge, welch letztere Verfasser jener Abhandlung und Dr. SPERLICH für Zucker hielten. Daraus ergibt sich der Grund zur vorliegenden Untersuchung.

Am 10. Dezember 1910 wurden einem in einem Tongeschirre befindlichen Exemplar von *Nephrolepis hirsutula* Presl. sämtliche Knollen ohne Unterschied ihres Alters entnommen; dieselbe Pflanze war am 17. Dezember 1907 revidiert und dabei all ihrer Knollen, 100 Stücke, beraubt worden, hatte also eine etwa dreijährige Ruhepause hinter sich. Die Knollen, diesmal 87 Stücke, wogen 301.3 g, nachdem sie mit Brunnenwasser gewaschen und mit einem Tuche abgetrocknet worden waren, wobei sie übrigens die sie umhüllenden Spreuschuppen fast völlig verloren hatten. Sie wurden nunmehr mit einem verzinnten Reibeisen zerkleinert, wobei eine fließend nasse Masse entstand, die, nach genauer Sammlung aller Reste des zerriebenen Materiales, zum Zwecke der Trockensubstanzbestimmung vom Wasser befreit wurde. Das Trocknen geschah in einem Vakuum von etwa 63 cm bei dauerndem Durchleiten eines mehrfach getrockneten und durch Baumwolle filtrierten, langsamen Luftstromes, wobei die Temperatur des Saftes etwa 13 ° C zeigte; von einer Gärung ließ sich nichts beobachten, und nach 10 Tagen und 15 Stunden war die Trocknung vollendet. Das Gewicht des Trockenrückstandes betrug 12.9 g, daher 4.3 pCt. des Gewichtes der Knollen, oder der Wassergehalt der Knollen ist 95.7 pCt. ihres Gewichtes. Die Reaktion des Saftes war neutral, so daß bisher an der Zusammensetzung der in ihm enthaltenen Zucker sich nichts geändert haben konnte.

Die so getrockneten Pflanzenteile wurden nun dreimal je 12 Stunden lang mit 50 proz. Äthylalkohol auf dem Wasserbade am Rückflußkühler gekocht, wobei öfters die neutrale Reaktion der Flüssigkeit festgestellt wurde; der erhaltene, braune Extrakt wurde auf dem Wasserbade von Alkohol befreit und dann mit Wasser aufgenommen. Geringe Mengen der wässerigen Lösung

reduzierten FEHLINGsche Lösung in gelinder Wärme, nach dem Kochen mit Chlorwasserstoffsäure und Neutralisieren der Lösung erkennbar mehr. Um mit in Lösung gegangene Stoffe, die nicht Zucker waren, zu beseitigen, wurde die Lösung mit essigsaurem Blei behandelt, vom reichlich entstandenen Niederschlage abfiltriert und die dadurch wesentlich heller gefärbte Lösung mit Schwefelwasserstoff bleifrei gemacht. Nach genauer Neutralisation der Essigsäure mit kohlensaurem Natrium wurde der Extrakt bis zur Trockene eingedampft und schließlich noch tagelang im Vakuum über konzentrierter Schwefelsäure getrocknet und wog dann beiläufig 5 g, welches Gewicht eben wegen des nur in geringer Menge vorhandenen essigsauren Natriums ungenau das Gewicht des Extraktes angibt. Der Zuckergehalt der Knollen beläuft sich demnach auf 1,6 pCt. ihres Gewichts. Dieser trockene Rückstand war braun, bei gewöhnlicher Temperatur hart, splitternd, muschelig brechend, kleine Teile zogen aus der Luft rasch Wasser an und trotz tagelangem Stehen im Vakuumexsikkator und Impfversuchen mit verschiedenen Zuckerarten war eine Kristallisation nicht erreichbar; bei gelinder Wärme wurde die Masse weich und fadenziehend. Teile dieser Substanz, in Wasser oder Alkohol gelöst, dienten bei den folgenden Untersuchungen als Objekt, da eine weitere Reinigung in Anbetracht der geringen Menge des Stoffes nicht vorgenommen werden konnte.

Eine alkoholische Lösung der Zucker gab mit Resorzin und Chlorwasserstoffsäure eine dunkelrote Färbung des Reaktionsgemenges, woraus auf das Vorhandensein von d-Fruktose oder einen mit d-Fruktose verbundenen Körper geschlossen werden kann[1]). Ein anderer Teil einer Lösung wurde mit Kupferazetatlösung (BARFOEDs Reagens) gekocht, wobei Reduktion des Kupfers das Vorhandensein von d-Fruktose oder d-Glukose anzeigte; die vom ausgeschiedenen Kupferoxydul abfiltrierte Lösung gab beim Erwärmen mit einer neutralen Lösung von basisch kohlensaurem Kupfer in Seignettesalz neuerdings Kupferreduktion, woraus man schließt, daß beim Behandeln mit dem erstgenannten Reagens unverändert gebliebene Maltose die zweite Reduktion herbeiführte und dadurch ihre Gegenwart erkennen ließ[2]).

Die Untersuchung des Drehungsvermögens des in Wasser gelösten Extraktes ergab eine deutliche Linksdrehung, deren Größe sich aber wegen der mangelhaften Reinheit des Materiales auf

1) SELIWANOW, B. 20, 181, und Monatshefte 1904, S. 611.

2) C. 1873, 357 und ROSENTHALER, Grundzüge der chem. Pflanzenuntersuchung S. 99.

$[\alpha]_D = -20°$ nur schätzen ließ. Nach dem Kochen der Lösung mit etwas Chlorwasserstoffsäure zeigte sich keine merkbare Änderung der Drehung. Dieses Verhalten ließe sich in Rücksicht auf die übrigen Ergebnisse etwa folgendermaßen erklären. Das Zuckergemenge besteht aus d-Glukose, $[\alpha]_D = 52{,}7$ und d-Fruktose, $[\alpha]_D = -92{,}2$, in solcher Menge, daß durch letztere der Drehungssinn des Gemenges bestimmt wird und aus Maltose, $[\alpha]_D = +136{,}8$; bei der Inversion entstehen aus einer Molekel Maltose zwei Molekeln d-Glukose, so daß bei entsprechenden Mengen eine stärkere Änderung der Drehung nicht entsteht.

Gelegentlich der Inversion mit Chlorwasserstoffsäure wurde die Bildung von Huminsubstanzen beobachtet, welche sich auch beim Erwärmen von Glukose mit verdünnter Schwefelsäure zeigt[1]); auch mag noch bemerkt werden, daß sich die eintretende Neutralisation angesäuerter Lösungen durch starke Braunfärbung unmittelbar erkennen ließ; außerdem roch die mit Chlorwasserstoffsäure erwärmte Lösung etwa so, als ob sich Ameisensäure entwickelte, was bei gleichartiger Behandlung von d-Glukose auch der Fall sein würde[1]).

Angestellte Gärungsversuche ergaben folgendes Resultat. Käufliche Hefe, welche mit destilliertem Wasser dekantierend gewaschen worden war, zeigte an sich keine Gärung, war also von vergärbaren Verunreinigungen frei; sie war, wie ein zweiter Versuch lehrte, imstande, d-Glukose rasch und reichlich in Gärung überzuführen und wurde dann einmal auf das in Wasser gelöste Zuckergemenge und ein anderes Mal auf die mit Chlorwasserstoffsäure erwärmte und nachher neutralisierte Zuckerlösung einwirken gelassen. In beiden Fällen zeigte sich eine deutliche Gärung durch Bildung von Kohlensäure.

Schließlich wurde auf die Bildung der für Zucker charakteristischen Verbindungen mit Phenylhydrazin hingearbeitet. Zu diesem Behufe wurde eine wässerige Lösung des Zuckergemenges und zwar etwa 1 Teil Zucker mit einer Lösung von 2 Teilen salzsauren Phenylhydrazins und 3 Teilen essigsauren Natriums in 20 Teilen Wasser behandelt. Bald nach der Vereinigung beider Lösungen zeigte sich bei gewöhnlicher Temperatur eine Trübung, die aber erst nach etwa einem Tage einen gelben Niederschlag erkennen ließ; mehrere Versuche, das in der Kälte ausfallende Mannosehydrazon zu erhalten, verliefen erfolglos. Beim Erwärmen auf dem Wasserbade ward die Ausscheidung gelber Kristallflocken bald reichlich und nach etwa 2 Stunden vollständig.

1) Malaguti, A., 17, 61. Beilstein I, 1044.

Die gebildete Verbindung wurde auf dem Saugfilter gesammelt und mit Wasser gewaschen. Ein Teil derselben wurde nun im geschlossenen Rohre neuerdings mit salzsaurem Phenylhydrazin und Natriumazetat in wässeriger Lösung suspendiert und etwa 4—5 Stunden lang auf 100 ° bis 105 ° C erwärmt, um sicher erkennen zu können, ob sich die Zucker bereits bei der ersten Behandlung mit Phenylhydrazinazetat bis zur Bildung von Osazonen mit demselben verbunden hatten, oder ob zum Teil Zuckerphenylhydrazone gebildet worden waren[1]). Es zeigten aber beide Arten von Verbindungen nach oft wiederholtem Umkristallisieren aus Azeton, starkem und verdünntem Alkohol schließlich konstant denselben Schmelzpunkt von 203 ° bis 205 ° C (unkorr.). Bei der Ermittelung des Schmelzpunktes wurde nach E. FISCHERs Methode rasch erhitzt und zwar einige Male in einem Luftbade bei offener Kapillare, andere Male in kleinen Schwefelsäurebädern unter Umrühren bei geschlossener Kapillare; und es stellt die Temperaturangabe die unter diesen verschiedenen Umständen an einem verglichenen Thermometer abgelesenen Grenzwerte dar; das Schmelzen erfolgte unter gleichzeitiger Zersetzung und Gasentwickelung.

Mit Chlorwasserstoffsäure „invertierter" Zuckerextrakt gab ein Osazon mit demselben Schmelzpunkte.

Die Zusammensetzung dieser Verbindung wurde auf elementaranalytischem Wege ermittelt, und es ergaben sich bei der Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff die folgenden Zahlen:

I. 0,1873 g Substanz ergaben 0,4126 g Kohlendioxyd und 0,1060 g Wasser.

II. 0,1277 g Substanz gaben 18,4 cm^3 feuchten Stickstoff, gemessen bei 20 ° C und 713 mm Barometerstand.

In 100 Teilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_{18}H_{22}N_4O_4$
	I	II	
C	60,08	—	60,33
H	6,34	—	6,15
N	—	15,41	15,64

Somit ist die vorliegende Verbindung der Zucker mit Phenylhydrazin das Osazon einer Hexose.

Im Laufe der Untersuchung war nun das vorhandene Material aufgebraucht worden, so daß weitere Bestimmungen zum Zwecke

1) E. FISCHER und J. HIRSCHBERGER, B. 21, 1805.

der Feststellung der Menge der einzelnen im Extrakte vorhandenen Zucker nicht mehr möglich waren. Auch möchte ich noch bemerken, daß die geringe Menge von Substanz größte Sparsamkeit sowohl bei der Wahl als auch bei der Durchführung der Methoden der Untersuchung erforderte.

Die Zusammenfasssung der Ergebnisse ist folgende:

Die Knollen an den Stolonen der *Nephrolepis hirsutula* Presl. enthalten 95,7 pCt. Wasser, also 4,3 pCt. Trockensubstanz; 39 pCt. dieses Trockenrückstandes oder 1,6 pCt. der Knollen beträgt die Menge der darin enthaltenen Zucker. Von den im verwendeten Extraktionsmittel, 50 proz. Äthylalkohol, löslichen Zuckern ist in Anbetracht der Zusammensetzung und des Schmelzpunktes des Osazones sowohl d-Glukose als auch d-Fruktose möglicherweise vorhanden; für das Vorhandensein der ersteren spricht außerdem die für d-Fruktose viel zu geringe Linksdrehung und die Bildung von Huminsubstanzen sowie das Auftreten eines Geruches, der dem der Ameisensäure ähnlich ist, wenn man eine wässerige Lösung der Zucker mit Chlorwasserstoffsäure erwärmt. d-Fruktose läßt sich an der Linksdrehung der Lösung und durch die Reaktion mit Resorzin und Chlorwasserstoffsäure erkennen. Beide genannten Zucker sind vergärbar und können auch in gleicher Weise Kupferazetat reduzieren.

Das Vorliegen kleinerer Mengen von Maltose erscheint dem Drehungsvermögen nach möglich, dadurch, daß Kupferazetat nicht reduziert wird, wohl aber Kupfertartrat, erscheint es nach den genannten Autoren erwiesen.

Kein anderer aller Zucker, die in 50 proz. Alkohol löslich sind, konnte nachgewiesen werden, da entweder eine charakteristische Eigenschaft fehlte, oder weil eine Reaktion vorlag, die dem betreffenden Zucker nicht zukommt.

49. Fr. Bubák: Ein neuer Pilz mit sympodialer Konidienbildung.

(Mit Tafel XIV und 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 26. Juni 1911.)

Herr J. Vleugel aus Umeå in Schweden sandte mir einen Pilz auf abgestorbenen vorjährigen Blättern von *Betula odorata* zur Bestimmung. Derselbe bildet blattunterseits und auf den Blattstielen kuglige, mehr oder weniger abgeflachte und dann oft knopfartige, schwarze, matte Pykniden, die im trockenen Zustande $^1/_3$ bis $^3/_4$ mm breit sind. Feuchtet man sie an, da werden sie weit gewölbter und erreichen die Größe bis von 1 mm.

Am Scheitel bersten sie gewöhnlich unregelmäßig, und der Riß ist auf trockenen Pykniden vielfach gebogen oder oft auch lappig; auf feuchten, wenn die Pyknidenwand, wie auch die Sporen gequollen sind, entfernen sich die Ränder voneinander, und es entsteht dann eine Öffnung von rundlicher, länglicher, lappiger oder sonst unregelmäßiger Form.

Reife Pykniden sind oberflächlich; sie werden subepidermal angelegt, aber sie brechen sehr frühzeitig hervor und sitzen dann nur mit verschmälerter Basis auf.

Auf mikroskopischen Schnitten sieht man, daß die Hohlräume des Mesophylls der befallenen Blätter, besonders unterhalb der Pykniden von zahlreichen, knorrigen, verzweigten, reichlich septierten, hyalinen, ca. 4 μ dicken, dünnwandigen Hyphen durchdrungen sind. Die einzelnen Zellen dieses Mycels sind an einem oder anderen oder aber beiden Enden mehr oder weniger aufgedunsen.

Unterhalb der Epidermis bildet der Pilz ein dichtes, dünnwandiges, gelbbräunliches, pseudoparenchymatisches Gewebe (siehe Tafel, Fig. 1, p.), welches ein wabenförmiges Aussehen hat. An der Peripherie desselben entsteht denn das Gehäuse, dessen Wände ca. 40 μ dick sind. Seine innersten Zellschichten sind hyalin, gegen den Außenrand werden sie gelblich und bräunlich, die äußersten sind dunkelbraun, an der Oberfläche zusammengeschrumpft und rauh. Außerdem ist die Oberfläche durch zahlreiche Risse gesprungen.

Läßt man die Pykniden einige Stunden feucht liegen, so

quillt der Inhalt so an, daß die Wandung in kleinere oder größere Stückchen zerreißt; wenn sie dann wieder eintrocknen, so nehmen sie eine mehr oder weniger ausgeprägte Schüsselform an.

Die Sporenträger entstehen nur an der hervorgewölbten basalen Schicht, die Wände sind völlig steril, was besonders im feuchten Zustande zu sehen ist. Der innere Inhalt stellt dann einen gelatinösen Ballen dar und die Pyknidenwände sind von demselben ziemlich entfernt, so daß man sie leicht entfernen kann.

Die Sporenträger sind kurzzylindrisch-papillenförmig, ca. 13 μ lang, 4 μ dick, gelblich und bilden an der Pyknidenbasis eine mehr oder weniger gewölbte, oft verbogene Fläche. (Tafel, Fig. 1, 2.)

Die Konidien entstehen in Ketten, die dichotom verzweigt sind. (Tafel, Fig. 2—7.) Sie sind stäbchenförmig oder schwach biskuitartig, 18—30 μ lang, 3—4 μ dick, an den Enden stumpflich abgerundet und gewöhnlich schwach erweitert, gegen die Mitte beiderseits verschmälert, daselbst mit einer Querwand, hyalin. An der oberen Zelle sind die Konidien mit einer Borste versehen (Tafel, Fig. 8, a—c), die entweder scheitelständig oder bis zur Hälfte herabgerückt ist. Nicht selten findet man auch Sporen, die 2 bis 4 Borsten führen (Tafel, Fig. 8, d—i), worüber noch weiter unten eingehender berichtet wird.

Die Borsten sind gerade oder nur schwach gebogen, bis 40 μ lang, hyalin, nach oben allmählich und scharf zugespitzt, unten schwach aufgetrieben (1—1,5 μ), immer im scharfen Winkel abstehend, oder, wenn sie scheitelständig sind, nur wenig von der Sporenachse abgeneigt.

Die Sporenbildung ist sehr interessant und steht im ganzen Pilzsystem einzig da.

Es bildet sich auf dem Konidiophor eine Borste, welche, wie oben angegeben wurde, im unteren Teile schwach aufgetrieben und hohl ist. (Textabb. 1, d.) Aus diesem basalen Teile entsteht die eigentliche (erste) Konidie, die ziemlich lange Zeit einzellig bleibt; der obere Teil wird zur eigentlichen Borste. (Textabb. 1, e.) Bei weiterem Wachstum der Konidie wird die Borste dann an die Seite gedrängt.

Dies geschieht dadurch, daß die Konidie am Scheitel und zwar am Rande weiterwächst und die Borste an die Seite schiebt. Sofort bildet sie dann neben der alten eine neue Borste, die anfangs nur sehr kurz ist, rasch sich aber vergrößert (Textabb. 1, f) und endlich wie die zuerst gebildete aussieht. Aus ihrer Basis entsteht dann die zweite Konidie, der obere Teil wird wieder zu

der Seitenborste. Auf diese Weise bilden sich dann die Konidien weiter und bleiben ziemlich fest in Ketten verbunden. (Textabb. 1, f—i.) Etwa bei der Bildung der dritten Konidie wird die erste Konidie zweizellig, indem in derselben in der Mitte eine dünne Querwand entsteht; bei der Bildung der vierten Konidie geschieht dies in der zweiten usw.

Die zweiborstigen Sporen sind eigentlich also nur zwei Konidien, denn die zweite Borste ist nichts anderes als der Anfang einer zweiten Konidie, aus welchem sie sich auch gewöhnlich entwickelt. Oft bleibt sie aber auch in dem borstenartigen Zustande, und dann findet man auch Konidien, welche sich im Ketten-

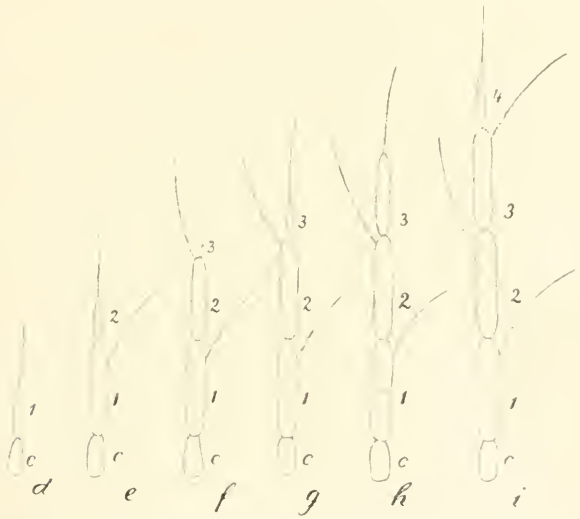


Abb. 1. Schematische Darstellung der sympodialen Entstehungsweise der Konidienketten. (Erläuterung im Text; c = Konidienträger.)

verlaufe befinden und beiderseits an der Scheitelzelle je eine Borste führen. (Tafel, Fig. 7.) Die Bildung der Konidien geht vor sich also sympodial.

Sympodien sind bei den Pilzen nicht häufig (siehe ZOPF, Die Pilze, S. 36 ff.) gefunden worden. Außerdem sind sie nur im Verzweigungssystem der vegetativen Teile und bei der Bildung isoliert stehender Konidien (z. B. *Phytophthora*) bekannt.

Die Bildung der Konidienketten auf sympodiale Weise ist also etwas ganz Neues.

Die Konidienketten sind aber gewöhnlich auch verzweigt und zwar immer dichotom. Dies kommt auf folgende Weise zustande: Bei der Bildung der Konidien können auf dem Scheitel der letzt-

gebildeten Konidie (und dies kann schon auf der zweiten geschehen) zwei Borsten nacheinander (Textabb. 2, Fig. d, bei a, b) entstehen, und aus denselben bilden sich zwei gegenständige Konidien aus (Textabb. 2, Fig. e, bei a, b), die dann selbständige Ketten auf die beschriebene sympodiale Weise hervorbringen.

Läßt sich solch eine Konidie aus dem Verbande vor der Ausbildung der neuen Konidien los, dann hat sie 3 Borsten (Tafel, Fig. 8).

Nicht selten produziert aber die ältere der gegenständigen Borsten, noch bevor die Konidie sich ausbildet, wieder eine neue Borste (Textabb. 2, Fig. d), so daß man dann auf solcher Konidie 4 Borsten antrifft. Auf der zitierten Figur sieht man, daß die

Abb. 2. Schematische Darstellung der dichotomen Verzweigungsweise der Konidienketten. (Erläuterung im Text.)

x-Konidie außer der Seitenborste noch die Borsten a und b als Anfänge der dichotomen Verzweigung besitzt. Auf der Borste b entsteht aber wieder eine neue Borste, aus welcher sich dann die Konidie b_1 entwickelt. Weitere Entwicklung der Ketten ist aus den Figuren e und f kenntlich.

Aus der ganzen vorangehenden Schilderung ist also ersichtlich, daß der vorliegende Pilz die Konidienketten auf sympodiale Weise ausbildet und daß sie sich außerdem dichotom verzweigen.

Ich nenne diesen interessanten Pilz, dessen Konidienketten mit ihren Borsten den Füßen der Acarideen nicht unähnlich sind, *Acarosporium* Bubák et Vleugel n. g. und die Spezies *A. sympodiale* Bubák et Vleugel n. sp.

Endlich lasse ich hier seine Diagnose folgen:

Acarosporium Bubák et Vleugel n. g. Excipulacearum. Pykniden kuglig schwach abgeflacht oder knopfförmig, mit verschmälerter Basis aufsitzend und nur daselbst fertil, unregelmäßig aufreißend, später weit geöffnet, schalenartig. Konidienträger kurz zylindrisch-papillenförmig. Konidien zylindrisch-biskuitartig, kettenförmig gebildet, zweizellig, die Scheitelzelle typisch nur mit 1 Borste, hyalin.

Acarosporium sympodiale Bubák et Vleugel n. sp.

Pykniden auf Blattstielen und blattunterseits, kuglig abgeflacht oder knopfförmig, mit verschmälerter Basis aufsitzend, schwarz, matt, $^1/_3$—$^3/_4$ mm im Durchmesser, von kleinzelligem, dichtem, pseudoparenchymatischem Gewebe, an der hervorgewölbten Basis hellgelbbräunlich, der übrige Teil außen dunkelbraun, innen hellbraun bis hyalin, am Scheitel unregelmäßig und weit sich öffnend. Konidien zylindrisch-biskuitförmig, 18—30 μ lang, 3—4 μ dick, an den Enden stumpflich abgerundet und schwach erweitert, gegen die Mitte beiderseits verschmälert und daselbst septiert, hyalin, kettenförmig, die obere Zelle typisch nur mit 1 Borste (seltener mit 2—4 Borsten, die dann nur unentwickelte Konidien darstellen). Konidienträger kurz, ca. 13 μ lang, 4 μ dick, zylindrisch-papillenförmig, gelblich.

Schweden: Umeå, auf toten Blättern von *Betula odorata* Bechst. (= *B. pubescens* Ehr.) im Juni 1910 (leg. Vleugel).

Ich reihe den Pilz unter die Excipulaceen ein. Er erinnert auch sehr an einige Trullulaceen, z. B. *Trullula dothideoides* Sacc., welche wahrscheinlich, da sie Fruchtgehäuse besitzen, zu den Excipulaceen gehören.

Erklärung der Tafel XIV.

Fig. 1. Schnitt durch eine Pyknide von *Acarosporium sympodiale* n. g. n. sp. (REICHERT, Ok. 4., Obj. 3). Bei p das basale, pseudoparenchymatische Gewebe.

Fig. 2. Stück des Hymeniums mit Sporenträgern und dichotom verzweigten Konidienketten (REICHERT, Ok. 4., Obj 6).

Fig. 3—7. Isolierte Teile der Konidienketten (REICHERT, Ok. 5, Obj. 8a).

Fig. 8. Isolierte Konidien: a—c, einborstige; d—g, zweiborstige; h, dreiborstig; i, vierborstig (dieselbe Vergr.).

50. R. Kolkwitz: Über das Kammerplankton des Süßwassers und der Meere.

(Mit drei Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 27. Juni 1911.)

Zur genauen Kennzeichnung eines Gewässers vom biologischen Standpunkt, insbesondere zur näheren Einsicht in den feineren Chemismus, welcher sich in diesem abspielen kann, ferner auch zur Ermittlung hygienisch wirksamer Faktoren z. B. Vernichtung pathogener Keime im Wasser, sind in vielen Fällen quantitative Studien über seinen Gehalt an Plankton unerläßlich.

Wenn wir die frei im Wasser lebenden Bakterien zum Plankton rechnen würden, wäre in dem diesen gewidmeten Wissenszweige einer solchen Forderung bereits seit langer Zeit ziemlich weitgehend Genüge geleistet worden. Zahllose Gewässer sind auf ihren Gehalt an Bakterien pro Kubikzentimeter Wasser eingehend untersucht worden, um auf Grund der dabei gewonnenen Zahlen einen Einblick in die Zersetzungsprozesse zu gewinnen, welche sich vielfach im Wasser abspielen, bzw. um den weitgehenden Reinheitsgrad eines Gewässers zu ermitteln.

Um die Abhängigkeit der Bakterienentwicklung von der Beschaffenheit des Wassers zu zeigen, sei ein von O. Spitta (1) veröffentlichtes Beispiel, betreffend die Spree bei Berlin, wiedergegeben.

Spree bei Berlin; 12. November 1898.
Wassertemperatur 6 ° C.

Entnahmestelle	Keime auf Gelatineplatte pro ccm	1 l Wasser enthält ccm Sauerstoff
Müggelsee	360	7,79
Köpenick	430	7,59
Mündung der Wuhle (mit Drainwässern)	10 850	6,86
Niederschöneweide	40 960	6,39
Oberbaumbrücke in Berlin . .	47 360	5,57

Die vorstehende Tabelle läßt erkennen, daß durch Zufließen von Nährstoffen, z. B. solchen aus Drainwässern, der vorher verhältnismäßig geringe Gehalt der Spree an Keimen stark zuge-

nommen hat, und daß entsprechend der heterotrophen Ernährung der Bakterien mit deren Vermehrung eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes im Wasser Hand in Hand gegangen ist.

In ähnlicher Weise wie auf Bakterien wirken geeignete Nährstoffe auch auf Planktonten im engeren Sinne des Wortes. Dies zeigt folgendes Beispiel:

Drainwasserfischteich bei Birkholz, südlich von Berlin.

Plankton pro Kubikzentimeter am 25. Juni 1911.

Lampropedia hyalina-Kolonien (meist 32- bis 64zellig) .	ca. 4 000
Phacotus lenticularis	ca. 1 800
Pediastrum Boryanum, kleine, meist 8zellige Kolonien	ca. 14 000
Scenedesmus quadricauda, 4zellige Kolonien	ca. 10 000
Detrituspartikel, fein	Dutzende

Sichttiefe: etwa 0,3 m.

Alle diese Organismen passieren bis auf geringe Reste ungehindert die Maschen des Planktonnetzes aus Seide Nr. 20. Auch Organismen wie *Thiospirillum*, *Chromatium*, *Oscillatoria Agardhii* (3), *Cryptomonas*, *Trachelomonas*, *Synedra acus*, *Stephanodiscus Hantzschianus*, *Chlorella vulgaris* und viele andere werden durch solche Netze nicht zurückgehalten. Weitere Hinweise auf die durch Netzfänge bedingten Fehlerquellen finden sich außer bei KOFOID in den Arbeiten von V. BREHM, H. KRÄTZSCHMAR, K. LOHMANN, F. RUTTNER und R. WOLTERECK (Revue d. ges. Hydrobiologie, 1909—1911). Wollte man ein solches Plankton volumetrisch messen und gleichzeitig gewichtsanalytisch bestimmen, so könnten dafür die Zentrifugengläser von K. DOST (1) angewendet werden. In der vorstehend mitgeteilten Tabelle sind die Zahlenwerte abgerundet wiedergegeben, weil im vorliegenden Falle bei dem enormen Reichtum an Plankton eine größere Genauigkeit nicht erforderlich war.

Wie die Übersicht erkennen läßt, kamen in dieser Probe *Schizomycetes* und *Protococcales* in großer Zahl (mehr als 300 000 Zellen pro Kubikzentimeter) miteinander vermischt vor, wodurch die ernährungsphysiologischen Beziehungen der Bakterien zu manchen Algen in der oben angedeuteten Richtung ganz besonders deutlich hervortreten. Als Nährstoffe dürften im vorliegenden Falle vorwiegend Ammoniaksalze der organischen Säuren oder diesen nahestehende Verbindungen in Betracht kommen (vgl. diese Berichte 1905 Bd. 23, S. 432 bis 441 und 1908, Bd. 26a, S. 512 und ff.; ferner H. C. JACOBSEN (1)). Ein Gewässer mit so reichem Gehalt an Plankton wie das oben geschilderte gehört der mesosaproben Zone

an, in welcher sich lebhafte chemische Prozesse charakteristischerweise abzuspielen pflegen.

Im Gegensatz zu dem vorstehend besprochenen Beispiel enthalten klare Gebirgsteiche naturgemäß viel weniger Plankton, wie nachstehender Befund lehrt:

Oberer Kellerhalsteich. Im Harz bei Hahnenklee.
27. Juli 1910.

Plankton pro Kubikzentimeter:

Peridinium pusillum	30
Detrituspartikelchen, fein	Dutzende

Sichttiefe: 4 m.

Hierzu sei bemerkt, daß die Gattungen *Peridinium*, ferner *Gymnodinium* und *Ceratium* sich in bestimmten Arten mit einer gewissen Vorliebe in Gebirgswässern finden.

Weitere Beispiele für Plankton pro Kubikzentimeter, welche das vorstehend Gesagte erläutern können, finden sich in meinen unter (1—3) bezeichneten Arbeiten. Die dort genannten Beispiele, im ganzen 200 an Zahl, beziehen sich auf die verschiedensten Gewässer, wie Seen, Teiche, Flüsse, Bäche, Gräben usw.; sie wurden hauptsächlich in den Jahren 1907 bis 1910 zu den verschiedenen Jahreszeiten überall mit positiven Ergebnissen gesammelt und betreffen:

1. das Elbe-Havel-Spree-Gebiet,
2. das Rhein-Mosel-Main-Gebiet,
3. das Weser-Gebiet,
4. das Oder-Gebiet,
5. das Weichsel-Gebiet,
6. oberitalienische Seen,
7. die Nordsee,
8. die Ostsee.

Unter diesen 200 Proben wiesen etwa 25 % mehr als 1000 Zellen pro ccm auf; als Maximalwert wurde etwa 1 Million Zellen pro ccm festgestellt.

Zur Ermittlung des Planktons an den verschiedenen Entnahmestellen diente die nebenstehend abgebildete, im Jahre 1906 von mir konstruierte 1 ccm-Planktonkammer; KOLKWITZ (2). Diese Kammer besteht aus einem 2,63 mm hohen Glasblock, welcher eine zylindrische Ausbohrung von 22 mm Durchmesser besitzt. An einer Seite ist eine Bodenscheibe angekittet, während an der entgegengesetzten eine Deckscheibe von 0,5 mm Dicke auf-

gelegt ist. Nach der Füllung schließt die planparallel geschliffene Deckscheibe durch Adhäsion die Kammer vollkommen dicht ab. Die umgebende Messinghülle dient lediglich zum Schutz des Behälters. Ein Stift mit federnder Ausbauchung verhindert das Herausfallen von Kammer und Deckscheibe. Zur Probeentnahme wird der Stift um 90 ° gedreht und der Deckel genügend weit herausgeschoben, um automatisch eine 1 ccm-Probe entnehmen zu können.

Mit Hilfe dieser Kammer wurden bisher die nachstehend genannten Organismen in Deutschland festgestellt:

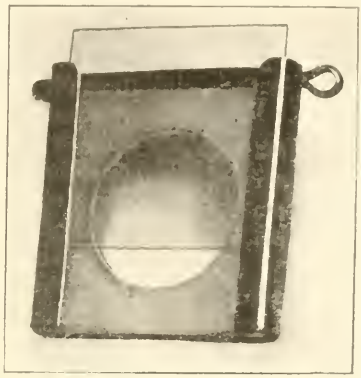


Fig. 1: 1 ccm-Planktonkammer nach KOLKWITZ. Natürl. Größe.

Verzeichnis von Kammer-Planktonten.

p = polysaprob, αm = α- mesosaprob, βm = β- mesosaprob, o = oligosaprob zur Bezeichnung des organischen Nahrungsbedürfnisses. Vgl. diese Berichte, 1908, Bd. 26a, S. 505—519, sowie Intern. Rev. d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie, 1909, Bd. 2, S. 126—152, und Handbuch der Hygiene von RUBNER, V. GRUBER u. FICKER (1).

Actinophrys sol (*Heliozoa*) . βm—αm
Algen, Palmella (*Protococcales* u. *Confervales*); benthonisch βm—o
Algen-Schwärmer (meist *Confervales*) . . . . . βm—o
Alona (Lynceus) guttata (*Crustacea*) . . . . . o—βm
Amphora ovalis (*Bacillariales*); benthonisch . . . . . o
Anabaena circinalis (*Schizophyceae*) . . . . . o
Anabaena flos aquae (*Schizophyceae*) . . . . . o
Anabaena spiroides (*Schizophyceae*) . . . . . o
Anthophysa vegetans (*Flagellata*); benthonisch . . . αm
Anuraea aculeata (*Rotatoria*) βm—o
Anuraea cochlearis (*Rotatoria*) βm—o
Anuraea tecta (*Rotatoria*) . βm—o
Aphanizomenon flos aquae (*Schizophyceae*) . . . . . βm—o
Arcella vulgaris (*Rhizopoda*); benthonisch . . . . . βm
Aspidisca lynceus (*Ciliata*); benthonisch . . . . . βm—αm

Asplanchna priodonta *(Rotatoria)* . . . . . βm—o
Asterionella formosa *(Bacillariales)* . . . . . o
Bakterien (Stäbchen und Fäden) *(Schizomycetes)* meist αm u. βm
Beggiatoa alba *(Schizomycetes)*; benthonisch. Wenn nicht in Schwefelquellen . . . p—αm
Bodonen *(Flagellata)* meist αm u. βm
Bodo saltans *(Flagellata)* . αm—p
Bosmina longirostris var. cornuta *(Crustacea)* . . . o—βm
Botryococcus Braunii *(Protococcales)* . . . . . o
Brachionus angularis *(Rotatoria)* . . . . . βm—αm
Brachionus pala *(Rotatoria)*. βm
Bursaria truncatella *(Ciliata)* βm
Catypna luna *(Rotatoria)*. . βm
Centropyxis aculeata *(Rhizopoda)*; benthonisch . . . βm
Ceratium hirundinella *(Peridiniales)* . . . . . o
Chaetonotus maximus *(Gastrotricha)*; benthonisch . . . o—βm
Chilodon cucullulus *(Ciliata)* βm—αm
Chlamydomonas *(Protococcales)* . . . . . meist αm u. βm
Chlamydomonas de Baryana *(Protococcales)* . . . . . αm
Chlamydothrix ochracea *(Schizomycetes)*; benthonisch o
Chlorella vulgaris *(Protococcales)* . . . . . αm
Chromatium Okenii *(Schizomycetes)* . . . . . αm—p
Chydorus sphaericus *(Crustacea)* . . . . . βm
Cladophora crispata *(Confervales)*; benthonisch . . . βm
Cladophora glomerata *(Confervales)* . . . . . o
Cladothrix dichotoma *(Schizomycetes)*; benthonisch . . βm
Closterium acerosum *(Conjugatae)* . . . . . βm
Closterium lunula *(Conjugatae)* o
Codonella lacustris *(Ciliata)*. o—βm
Coelastrum microporum *(Protococcales)* . . . . . o
Coleps hirtus *(Ciliata)* . . . βm—αm
Colpidium colpoda *(Ciliata)* . αm—p
Colurus deflexus *(Rotatoria)*; vorwiegend benthonisch . βm
Conferva tenuissima *(Confervales)*; wahrscheinlich benthonisch und planktonisch o—βm
Conjugatae *(Desmidiaceae)* meist . . . . . o
Cryptomonas erosa *(Cryptomonadales)* . . . . . βm
Cryptomonas erosa var. reflexa *(Cryptomonadales)*. . βm
Cryptomonas ovata *(Cryptomonadales)* . . . . . βm
Cyclops leuckarti *(Crustacea)* βm
Cyclops strenuus *(Crustacea)* βm—αm
Cyclotella comta *(Bacillariales)* o
Cyclotella comta var. bijuncta *(Bacillariales)* . . . . . o
Cymatopleura solea *(Bacillariales)*; benthonisch . . . o—βm
Cymbella lanceolata usw. *(Bacillariales)*; benthonisch o
Daphnia pulex *(Crustacea)* . βm—αm
Diatoma elongatum *(Bacillariales)* . . . . . o
Diatoma vulgare *(Bacillariales)*; teilweise benthonisch βm
Dictyosphaerium pulchellum *(Protococcales)* . . . . . βm
Diglena catellina *(Rotatoria)*; vorwiegend benthonisch . βm—αm
Dinobryon cylindricum *(Chrysomonadales)*. . . . . o
Dinobryon sertularia *(Chrysomonadales)* . . . . . o
Dreissensia polymorpha *(Mollusca)*; Larven planktonisch o
Epithemia sorex *(Bacillariales)*; benthonisch . . . . o
Epithemia zebra *(Bacillariales)*; benthonisch . . . . o
Eudorina elegans *(Protococcales)* . . . . . o—βm
Euglena acus var. rigida *(Euglenales)* . . . . . αm—βm

Euglena pisciformis (*Euglenales*) . . . . . βm
Euglena sanguinea (*Euglenales*) . . . . . o
Euglena viridis (*Euglenales*) . αm—p
Eunotia maior (*Bacillariales*); benthonische Gebirgsform o
Flagellaten, klein, grüne und farblose . . . . meist αm u. βm
Fragilaria capucina (*Bacillariales*) . . . . . o
Fragilaria crotonensis (*Bacillariales*) . . . . . o
Glenodinium (*Peridiniales*) . o—βm
Golenkinia radiata (*Protococcales*) . . . . . o
Gomphonema acuminatum (*Bacillariales*) . . . . . o
Gomphonema olivaceum (*Bacillariales*); benthonisch . βm
Gymnodinium aeruginosum (*Peridiniales*) . . . . . o
Gymnodinium palustre (*Peridiniales*) . . . . . o
Halteria grandinella (*Ciliata*) βm
Hyalodaphnia cucullata (*Crustacea*) . . . . . o
Lamprocystis roseo-persicina (*Schizomycetes*); meist benthonisch . . . . . αm—p
Lampropedia hyalina . . . βm
Lionotus anser (*Ciliata*) . . βm
Loxophyllum lamella (*Ciliata*); meist benthonisch . βm
Loxophyllum meleagris und fasciola (*Ciliata*); meist benthonisch . . . . . αm—βm
Lynceus (*Crustacea*) . . . . o—βm
Lyngbya bipunctata (*Schizophyceae*) . . . . . o
Lyngbya limnetica (*Schizophyceae*) . . . . . o
Melosira Binderiana (*Bacillariales*) . . . . . o
Melosira granulata (*Bacillariales*) . . . . . o
Melosira italica (*Bacillariales*) o
Melosira tenuis (*Bacillariales*) o
Melosira varians (*Bacillariales*); benthonisch . . . βm
Merismopedia glauca (*Schizophyceae*); meist benthonisch o—βm
Metopidia lepadella (*Rotatoria*) βm
Microcystis flos aquae (*Schizophyceae*) . . . . . o
Microcystis ichthyoblabe (*Schizophyceae*) . . . . . o
Monaden, meist farblos (*Flagellata*) . . . . . m—o
Mougeotia parvula, meist litoral (*Conjugatae, Zygnemaceae*) . . . . . o
Mucor (*Phycomycetes*); benthonisch . . . . . αm
Nauplius (*Crustacea*) Larve . m u. o
Navicula (*Bacillariales*); benthonisch . . . . . βm u. o
Navicula amphisbaena (*Bacillariales*); benthonisch . βm
Navicula cryptocephala (*Bacillariales*); benthonisch . βm
Navicula radiosa (*Bacillariales*) βm
Nematoden (*Vermes*) . . . αm
Nitzschia acicularis (*Bacillariales*); benthonisch . . . βm
Nitzschia linearis (*Bacillariales*); benthonisch . . . o
Nitzschia palea (*Bacillariales*); benthonisch . . . . . αm
Nitzschia sigmoidea (*Bacillariales*); benthonisch . . . o—βm
Nitzschia sigmoidea var. apiculata (*Bacillariales*); benthonisch . . . . . o
Nitzschia vitrea (*Bacillariales*); benthonisch . . . . . o
Noctiluca miliaris (*Flagellata*) marin
Notholca longispina (*Rotatoria*) . . . . . o
Oscillatoria Agardhii (*Schizophyceae*) . . . . . o—βm
Oscillatoria rubescens (*Schizophyceae*) . . . . . o—(βm)
Oxytricha pellionella (*Ciliata*) αm
Pandorina morum (*Protococcales*) . . . . . o—βm
Paramaecium bursaria (*Ciliata*) βm
Paramaecium caudatum (*Ciliata*) . . . . . αm

Pediastrum Boryanum (*Protococcales*) . . . . . βm—o
Pediastrum duplex (*Protococcales*) . . . . . o
Pediastrum pertusum (*Protococcales*) . . . . . o
Pediastrum tetras (*Protococcales*) . . . . . o
Penium navicula (*Conjugatae*) o
Peridinium minimum (*Peridiniales*) . . . . . o
Peridinium pusillum (*Peridiniales*) . . . . . o
Peridinium tabulatum (*Peridiniales*) . . . . . o
Phacotus lenticularis (*Protococcales*) . . . . . o—βm
Phacus caudata (*Euglenales*) βm—αm
Pleurosigma attenuatum (*Bacillariales*); benthonisch . o
Polyarthra platyptera (*Rotatoria*) . . . . . βm—o
Polycystis aeruginosa (*Schizophyceae*) . . . . . o—βm
Protozoen, klein, farblos usw. o—βm
Rhaphidium polymorphum (*Protococcales*); meist benthonisch . . . . . βm
Rhizosolenia longiseta (*Bacillariales*) . . . . . o
Rhopalodia gibba (*Bacillariales*); benthonisch . . . . o
Richteriella botryoides (*Protococcales*) . . . . . o—βm
Rotifer vulgaris (*Rotatoria*); meist benthonisch . . . αm—βm
Salpina mucronata (*Rotatoria*) βm—αm
Scenedesmus acuminatus (*Protococcales*) . . . . . βm
Scenedesmus acutus (*Protococcales*) . . . . . βm
Scenedesmus bijugatus (*Protococcales*) . . . . . βm
Scenedesmus obliquus (*Protococcales*) . . . . . βm
Scenedesmus quadricauda (*Protococcales*); oft benthonisch . . . . . βm
Schroederia setigera (*Protococcales*) . . . . . o—βm
Selenastrum bibraianum (*Protococcales*) . . . . . βm
Sphaerocystis Schroeteri (*Protococcales*) . . . . . o
Sphaerotilus natans (*Schizomycetes*); benthonisch . . αm—p
Spirillum rugula (*Schizomycetes*) . . . . . p
Staurastrum gracile (*Conjugatae, Desmidiaceae*) . . . o
Stentor coeruleus (*Ciliata*) . αm
Stephanodiscus astraea (*Bacillariales*) . . . . . βm
Stephanodiscus Hantzschianus (*Bacillariales*) . . . βm
Stigeoclonium tenue (*Confervales*); benthonisch . . . αm—βm
Streptococcus margaritaceus (*Schizomycetes*) . . . . . p
Strombidium turbo (*Ciliata*) o—βm
Stylonychia mytilus (*Ciliata*); meist benthonisch . . . βm—αm
Surirella (*Bacillariales*); benthonisch . . . . . βm—o
Synchaeta pectinata (*Rotatoria*) . . . . . βm—o
Synchaeta tremula (*Rotatoria*) βm—o
Synedra actinastroides (*Bacillariales*) . . . . . βm
Synedra acus (*Bacillariales*) . o
Synedra delicatissima (*Bacillariales*) . . . . . o
Synedra ulna (*Bacillariales*); benthonisch . . . . . βm—o
Synura uvella (*Chrysomonadales*) . . . . . o—βm
Tabellaria fenestrata (*Bacillariales*) . . . . . o
Tabellaria flocculosa (*Bacillariales*) . . . . . o
Thiopedia rosea (*Schizomycetes*) . . . . . αm
Thiospirillum sanguineum (*Schizomycetes*) . . . . . αm
Tintinnidium fluviatile (*Ciliata*) . . . . . βm—o
Trachelomonas hispida (*Euglenales*) . . . . . βm
Trachelomonas volvocina (*Euglenales*) . . . . . βm
Triarthra longiseta (*Rotatoria*) αm—βm

Urocentrum turbo (*Ciliata*) . βm
Uroglena volvox (*Chrysomonadales*) . . . . . o
Volvox aureus (*Protococcales*) o—βm
Vorticella microstoma (*Ciliata*); benthonisch . . . . p
Vorticella nebulifera (*Ciliata*); benthonisch . . . . . o

Ein Teil dieser Organismen ist von M. MARSSON (1) bei seinen, im Auftrage des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführten großen biologischen Rheinuntersuchungen in Kammerfängen aus den Jahren 1907 und 1908 konstatiert worden, während die übrigen Befunde von mir selbst ermittelt worden sind.

Fig. 2: Tropfenkammer ($^1/_{20}$ ccm). Natürl. Größe. Nach dem Original aus der Sammlung der Königl. Versuchsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.

Da in vielen Fällen der Gehalt an Plankton pro ccm, wie in einem der oben mitgeteilten Beispiele, sehr groß sein kann, wird man auch die gleichfalls aus Glas bestehende Tropfenkammer (Fig. 2) anwenden können, welche $^1/_{20}$ ccm Inhalt hat und von mir im Jahre 1905 konstruiert wurde. Im Prinzip ähnlich verfährt man übrigens in der Bakteriologie, wenn man aus den 1-ccm-Pipetten einen Tropfen für das Gießen einer Kulturplatte entnimmt. Gelegentlich, z. B. bei reichlicher Gegenwart von *Chlorella*, die sich bisweilen in einer Million an Zellen im Kubikzentimeter findet, kann auch die bei vielen bakteriologischen Untersuchungen übliche Verdünnungsmethode angewendet werden; vgl. OHLMÜLLER u. SPITTA (1). Man kann auch kleine Capillaren in das Wasser werfen und deren Inhalt dann auszählen oder unter dem Mikroskop den Bestand nur eines oder einiger Gesichtsfelder feststellen und danach, wie es unter Verwendung von EHRLICHschen Blenden auch bei dichtbesäeten Kulturplatten geschieht, durch Multiplikation den Gehalt des Ganzen ermitteln. Je nach der gestellten Frage, betreffe sie nun alle oder nur bestimmte Gattungen oder Arten, wird man für ein bestimmtes Verfahren sich entscheiden und die Genauigkeit der Zählung ent-

sprechend einrichten können. So haben die Mediziner die anfänglich bestehenden Schwierigkeiten, die Zahl der Blutkörperchen im Blute zu ermitteln, gegenwärtig durch geeignete Methoden (THOMAsche Blutkörperchen-Zählapparate) weitgehend beseitigt. Bei diesen Untersuchungen kommen in bezug auf in der Flüssigkeit schwimmende Körperchen mindestens 5000mal höhere Konzentrationen vor als im Wasser.

Eine ungleiche Verteilung des Planktons in der Kammer, etwa bedingt durch Adhäsion, ist nicht zu beobachten. Da sich gezeigt hat, daß die Verteilung der Kleinplanktonten im Wasser entsprechend ihrer Abhängigkeit vom Chemismus in diesem ähnlich gleichmäßig ist wie für die Bakterien, so wird man betreffs der Beurteilung der Fangergebnisse füglich denselben Maßstab anlegen müssen wie in der Bakteriologie. Wenn auch Kleinplanktonten regelmäßig im Wasser verteilt sind, so kommen natürlich gewisse Abweichungen in der Verteilung vor, z. B. in den Beständen von Algenfladen am Ufer, aus denen mit der Planktonkammer besonders leicht Proben entnommen werden können, oder bei wasserblütebildenden Gewässern, wo durch den Einfluß des Windes eine ungleiche Verteilung des an der Oberfläche schwimmenden Planktons stattgefunden hat; ebenso auch in der Tiefe, aus der im Süßwasser die Proben mit dem bakteriologischen Abschlagapparat von SCLAVO-CZAPLEWSKI entnommen werden, und ferner im Meer bei Zookorrenten.

Die ganze Handhabung der Planktonkammer wie überhaupt die Methode ist außerordentlich einfach und wenig zeitraubend, setzt aber eine gewisse Übung im Beobachten und Erkennen kleiner Organismen voraus. Will man nach Möglichkeit Durchschnittswerte haben, so würde man, z. B. mit einem Eimer, 10 Liter schöpfen, diese gut durchrühren und dann die Probe aus dem 10000 fach größeren Wasserquantum entnehmen. Man könnte auch mit der Planktonpumpe eine größere Wassermenge aus der Tiefe heraufbefördern, und aus dieser wiederum ein Kubikzentimeter entnehmen; kurz, es gibt eine Reihe von Modifikationen, die für Probeentnahme und Zählen entsprechend der jeweiligen Aufgabe angewendet werden können.

Nach diesen Feststellungen über die Häufigkeit und weite Verbreitung des Kammerplanktons im Süßwasser ergab sich die Notwendigkeit einer näheren Untersuchung der Meere nach der gleichen Methode von selbst. Ich hatte zwar schon, wie oben bemerkt, Untersuchungen an der Ost- und Nordsee ausgeführt, und zwar in den Jahren 1907 und 1909, aber diese Meere sind zu

planktonreich, um nicht positive Resultate erwarten zu lassen. Viel ärmer an Plankton gelten nach den bisherigen Feststellungen die südlicheren blauen Meere; bei Untersuchungen in diesen war also am ehesten zu erwarten, daß mit der Kammer vielleicht eine „Niete" gezogen werden könnte.

Als Studienobjekt zur Erledigung dieser Frage wählte ich das Mittelländische Meer, zunächst auf der Strecke zwischen Nizza und Monaco, weil hier, an der côte d'azur, das Meer eine besonders kristallklare Reinheit besitzt und von größeren Flüssen nicht nennenswert beeinträchtigt wird. Die Rhonemündung ist etwa 250 km von Monaco entfernt und von den Seealpen wie vom Apennin münden an der ganzen Riviera ponente und Riviera levante keine größeren Flüsse mit dauernd erheblicher Wasserführung ein, welche geeignet sein könnten, den rein marinen Charakter des Mittelmeeres an dieser Stelle wesentlich herabzusetzen.

Die Ausfahrten unternahm ich von Monaco aus, wo mir das Ozeanographische Museum einen für meine Studien vortrefflich geeigneten Stützpunkt bot. Ich werde mich stets dankbar der förderlichen Unterstützung erinnern, welche die Herren Direktor Dr. RICHARD und Laboratoriumsleiter Dr. OXNER mir bei meinen Arbeiten zuteil werden ließen.

Die Untersuchungen, über welche eine Mitteilung auch in den Berichten des Ozeanographischen Instituts von Monaco erscheinen soll, wurden Ende März 1911 vorwiegend an Bord des Dampfers „Eider" ausgeführt. Die Entnahme der Wasserproben aus verschiedenen Tiefen geschah mittels des RICHARDschen Wasserschöpfers (Fig. 3), der auch durch den PORTIER-RICHARDschen bakteriologischen Apparat (tube à microbes)

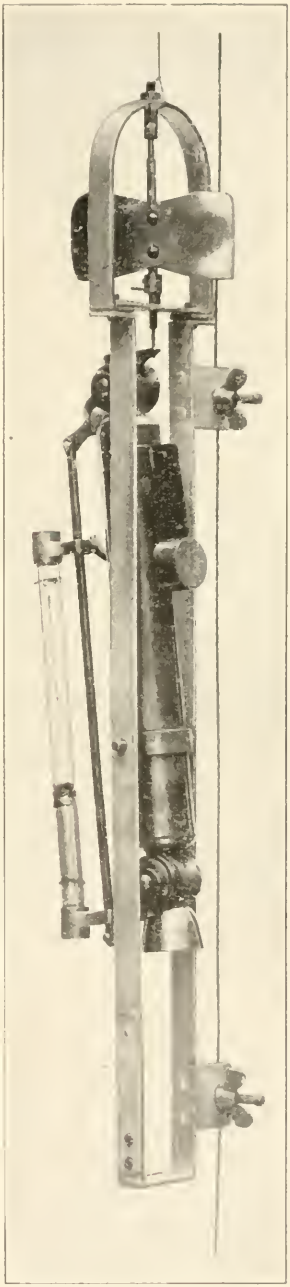


Fig. 3: RICHARDscher Wasserschöpfer. Nach einem Bilde aus dem Ozeanographischen Museum in Monaco. 4½mal verkleinert.

hätte ersetzt werden können. An der Oberfläche wurden die Wasserproben bisweilen auch mit einem Schöpfeimer oder vom Boote aus entnommen. Der verwendete Wasserschöpfer besteht aus einem ca. 300 ccm fassenden Metallzylinder, welcher an beiden Enden durch gekuppelte Hähne verschlossen werden kann. Er ist in einem viereckigen Rahmen drehbar aufgehängt und wird mit diesem an einem Stahldraht mittelst im Maschinenraum des Schiffes montierter Dampfwinden offen herabgelassen, d. h. so, daß das Wasser hindurchströmen kann. Befindet sich der Apparat in einer bestimmten Tiefe, so löst beim Beginn des Hochziehens ein Propeller (oder auch ein Fallgewicht) die Kippvorrichtung aus, wobei der Zylinder sich um 180° dreht und die gekuppelten Hähne geschlossen werden. In der umstehenden Abbildung erkennt man an der linken Seite der Figur noch ein Thermometer und an der rechten ein beim Umschlagen zurückklappendes Bleigewicht. Aus diesem Apparat wurde das zu untersuchende Wasser in die Kammer gefüllt oder es wurde nur ein Tropfen auf den Objektträger gebracht. Die Untersuchung geschah zunächst zur Orientierung mit Aplanat- oder Anastigmatlupen, durch welche die kleinen Planktonten wie glitzernde Punkte erschienen und dann mit Hilfe des festschraubbaren Mikroskopes bei 100- bzw. 400facher Vergrößerung. Eine Abbildung dieses 1898 von mir konstruierten Instrumentes findet sich im Handbuch der Hygiene von RUBNER, V. GRUBER u. FICKER (1) S. 370, Fig. 105. Die Beobachtung geschah meist bei Dunkelfeldbeleuchtung, welche durch geeignetes Bedecken der Spiegelmitte erzeugt wurde. Bei Verwendung starker Vergrößerungen wurden die Organismen wiederholt in gelinde Wärmestarre versetzt.

Die Untersuchungen ergaben, daß auch hier die Kammerfänge zu positiven Resultaten führten. Aus einer Reihe im wesentlichen übereinstimmender Befunde seien folgende Beispiele herausgegriffen:

Mittelländisches Meer bei Monaco.

a) Plankton pro Kubikzentimeter an der Oberfläche; 23. März 1911.

Chrysomonadinen, nackt, freischwimmend	60
Coccolithophoridae	2
Distephanus speculum (Silicoflagellata)	1
Gymnodinium, farblos	1
Mineralische und organische Detrituspartikel, sehr fein	Dutzende
Sandkörnchen	2

Ähnlich war der Befund am Hafeneingang am 24. März 1911.

Der Hafen von Monaco selbst eignete sich für die vorliegenden Untersuchungen wenig, da dort das Meerwasser durch verunreinigendes Süßwasser überschichtet war. Wie die Tabelle erkennen läßt, fanden sich pro Tropfen 3 Organismen. Die Sandkörnchen mögen durch Wind vom Ufer aus hineingeweht worden sein. Der Gehalt an Detritus kann an den Untersuchungstagen etwas höher gewesen sein als sonst, da während meiner dortigen Anwesenheit das Meer meist ziemlich unruhig war; fehlen wird der Detritus aber wohl niemals [vgl. PETERSEN (1)].

b) Plankton pro Kubikzentimeter aus 100 Meter Tiefe; 22. März 1911.

6,9 Kilometer von der Küste entfernt geschöpft.

Chrysomonadinen, nackt	25
Coccolithophoride	1
Mineralische und organische Detrituspartikel, meist mittelfein	Dutzende
Holzfaserreste	2
Eisenoxydhydratpartikel	1

c) Plankton pro Kubikzentimeter aus 1200 Meter Tiefe; 31. März 1911.

14 Kilometer von der Küste entfernt geschöpft.

Chrysomonadinen, nackt	1
Hemiaulus, tote Zelle	1
Mineralische und organische Detrituspartikel, fein	einige Dutzend
Zoogloeen von Stäbchenbakterien an Detritus	vereinzelt
Saccharomyces-Zellen?	2
Kohlesplitter	1
Eisenoxydhydratpartikel	2

Die Probe c konnte nicht unmittelbar nach der Entnahme untersucht werden; es ließ sich deshalb nicht feststellen, ob die vorhandenen *Chrysomonadinen* normal lebensfrisch waren und ob von diesen oder anderen, ebenfalls sehr zarten, Organismen nicht ein Teil zerflossen war. Schalen von *Hemiaulus* fanden sich nicht in jedem Kubikzentimeter. Weitere Untersuchungen werden Aufschluß darüber bringen, ob das freie Wasser der Tiefsee wesentlich Trümmer enthält oder daneben auch bathypelagisch deutlich belebt ist. Jedenfalls werden unter dem Einfluß mächtiger Strömungen, besonders in vertikaler Richtung, wechselnde Verhältnisse geschaffen; GRAN u. NATHANSOHN (1), G. KARSTEN Revue Bd. 1.

Die *Chrysomonadinen* hatten eine Größe von meist 3 bis

6 μ, seltener von 10—15 μ; sie sind noch wenig beschrieben, so daß eine ausreichende Kennzeichnung dieser Formen zurzeit fehlt; gelegentlich sind zwischen den gelben auch einige grüne Individuen konstatiert worden. Bei einer Tiefe von 50 m fanden sich bei einigen Proben in 20 ccm 1 Calanide und 1 Nauplius aber keine *Chaetoceras* oder *Rhizosolenia*, die aber nach den qualitativen Netzfängen ebenfalls vorhanden waren.

Wie aus der vorstehenden Übersicht hervorgeht, war zur Zeit der Untersuchung die Zahl der Detrituspartikel im allgemeinen größer als die der Planktonten, so daß sie zum Reflektieren des Lichtes aus dem Meere und somit zur Entfaltung seiner Farbenpracht mehr als die letztgenannten beigetragen haben werden.

An der Riviera levante, wo ich Anfang April Untersuchungen vornahm, fanden sich, wiewohl an der Untersuchungsstelle das Meer wesentlich flacher war als bei Monaco, in bezug auf die häufigeren Organismen ähnliche Verhältnisse, wie aus Folgendem hervorgeht:

Mittelländisches Meer bei Santa Margherita-Ligure.

Plankton pro Kubikzentimeter in der Nähe des Hafens am 6. April 1911;

1 Kilometer von der Küste entfernt an der Oberfläche entnommen.

Chrysomonadinen, nackt	30
Gymnodinium (ca. 10 μ groß, mit Chromatophoren)	10
Rhizosolenia	1
Amoeba, von radiosaartigem Typus	1
Trübungskörperchen, sehr fein	Hunderte

Im Hafen selbst fanden sich vereinzelt noch farblose *Eugleniden*, *Cryptomonaden*, *Bodonen* u. a. m. In der Bucht von Paraggi zwischen Santa Margherita und Portofino fanden sich größere Mengen von Plankton bei Gegenwart von Beständen der *Posidonia oceanica* am Grunde, ähnlich wie auch im Süßwasser bei Krautbeständen der Planktongehalt größer zu sein pflegt. Bei Rapallo, wo sich am Strande *Aegagropila*-Bälle von *Posidonia* und Bruchstücke dieser Pflanze befanden, zeigte das an dieser Stelle ziemlich trübe Meerwasser einen noch beträchtlicheren Gehalt an Kleinplanktonten, der sich auf mehrere Hundert (darunter auch Ciliaten) belief. Im freien Meer wurden an diesen Stellen Fänge mit einem Netz aus Seide Nr. 20 ausgeführt, wobei sich pro 50 Liter Meerwasser ein Setzvolumen von $^1/_{20}$ ccm ergab, ein Beweis dafür, daß der Gehalt an Gesamtplankton zur Zeit der Untersuchung hier ganz allgemein ein relativ geringer war. Seine Be-

standteile waren bei Santa Margherita und bei Monaco in bezug auf die häufigeren Formen in der Hauptsache ähnlich; die Entfernung beider Orte voneinander beträgt etwa 160 km. Entsprechend dem überall auftretenden Wechsel in der Zusammensetzung des Planktons mit den Jahreszeiten, und auch innerhalb dieser selbst, werden sich naturgemäß in anderen Monaten Abweichungen von den oben mitgeteilten Befunden zeigen. Da ich mit meinen Studien zunächst nicht über den Rahmen einer im wesentlichen methodologischen Untersuchung, die freilich auch Hinweise auf die Ernährungsverhältnisse im Meere bietet, hinausgehen wollte, nahm ich keine über längere Zeiten ausgedehnte Serienversuche vor. Solche fehlen noch für das Mittelmeer und überhaupt für die südlicheren Meere. Nach den Ermittelungen von H. H. GRAN gelegentlich der Forschungsfahrt des „Michael Sars" im Nordatlantischen Ozean (vgl. die vorläufigen Mitteilungen von J. HJORT (1)) dürften auch im Sargasso-Meer weit und breit positive Kammerfänge zu erwarten sein (vgl. auch die Angaben in der Arbeit von H. KERB (1) S. 497). Das Kubikzentimeter wird demnach eine unentbehrliche Einheit zur Kennzeichnung des Begriffs der Häufigkeit des Planktons werden.

K. LOHMANN (1) hat, zunächst angeregt durch Beobachtungen an Appendicularien, in deren Reusenapparaten sich kleine Planktonorganismen anhäufen, quantitative Planktonstudien besonders in der Ostsee bei Laboe, nahe Kiel, unter Benutzung von Netz, Filter und Zentrifuge durchgeführt. Er ist dabei für die Schleuderversuche zur Verwendung kleinerer Wasserquantitäten herabgegangen, schließlich bis zu 15—3 ccm. In seiner soeben erschienenen Arbeit (1) neigt der genannte Verfasser nun ebenfalls dazu hin, in bezug auf Kleinplankton das Kubikzentimeter als allgemeine Einheit zu empfehlen, fügt aber hinzu, daß man für die Hochsee und planktonarmen warmen Gebiete zu 10 oder selbst 100 ccm wird hinaufgehen müssen. Für das Mittelmeer scheint indessen, wenn man meine Kammeruntersuchungen bei Monaco und Santa Margherita für das ganze Meer verallgemeinern darf, diese Einschränkung nicht erforderlich. Für die Tropen freilich liegen, wie gesagt, noch keine Untersuchungen vor.

Andere Untersucher, wie HENSEN, APSTEIN, KOFOID, SELK, VOLK, BALACHONZEW (1) u. a. m. haben auf Grund von Netz, Filter, Sedimentations- oder Zentrifugenfängen meist das Kubikmeter als Einheit gewählt und für dieses ihre Werte bezüglich der Organismenzahl registriert. Eine Reihe derselben übersteigt eine Million zum Teil erheblich, so daß man sie auch für das Kubik-

zentimeter umrechnen kann. Wo sich indessen für das Gesamtplankton nach Division mit dem Faktor eine Million Werte ergeben, welche kleiner sind als 1, dürften beim Fang oder bei der nachträglichen Behandlung Verluste stattgefunden haben.

Überblickt man den heutigen Stand der Forschungen über die Quantität des Planktons, so wird man erkennen, daß die Methoden sich mehr und mehr verfeinert, ergänzt und den natürlichen Verhältnissen angepaßt haben. Dadurch ist man zu der Erkenntnis gekommen, daß die Menge des Planktons in den Gewässern größer ist als man bisher annahm. Ich bin mit LOHMANN und KERB der Ansicht, daß PÜTTER durch seine Untersuchungen über die Ernährung der Tiere diese bisherige Lücke aufgedeckt, wenn auch nicht ganz ausgefüllt hat. Vielleicht erklärt sich das von ihm rechnerisch ermittelte Nahrungsdefizit durch diese Feststellungen des größeren Planktongehaltes, wenigstens für eine Reihe von Tieren. Die Untersuchungen über die Urnahrung der Tiere im Meer, auch über die Ernährungsverhältnisse der Fische, ferner über die Belüftung des Wassers, über die in diesem sich abspielenden chemischen Umsetzungen, über die Bedeutung des Detritus, kurz über den Haushalt des Meeres und des Süßwassers überhaupt, werden z. T. eine neue Beleuchtung erfahren und damit naturgemäß zu einer Vertiefung der bezüglichen Forschungen führen.

Ergebnisse.

1. Das Kubikzentimeter ist in der Planktonkunde eine ausreichende und zugleich anschauliche Einheit zur Kennzeichnung der Häufigkeit für die sowohl im Süßwasser als auch im Meere enthaltenen Planktonten. (Kammerplankton = suspend. Stoffe.)

2. Durch die neueren Untersuchungsmethoden wird die Planktologie in auffallend enge Beziehung zur Bakteriologie gebracht.

3. Die 1 ccm-Planktonkammer ermöglicht Probeentnahmen, welche den natürlichen Verhältnissen weitgehend Rechnung tragen und wegen des Mangels eingeschalteter Sortierungsverfahren, welche die Lebensfrische der erbeuteten Organismen schädigen könnten, Fehlerquellen weitgehend ausschalten. Sie gestattet, die Beimengungen eines Wassers so zu registrieren, wie sie in der Natur beieinander vorkommen und gibt einen Einblick in den tatsächlichen Zustand des Wassers in bezug auf Organismen, organischen und mineralischen Detritus. Es handelt sich hierbei genau wie in der Bakteriologie um eine Schöpfmethode. Ihre Handhabung ist sehr einfach und wenig zeitraubend.

Unter gleichzeitiger Berücksichtigung aller Feinheiten der Untersuchungsweisen, ev. unter Zuziehung des Ultramikroskopes, kann dem geübten Beobachter kaum noch ein wesentlicher Bestandteil in einem genau zu untersuchenden Wasserquantum entgehen. Die neueren Forschungen deuten darauf hin, daß sich vielleicht nirgends auf der Erde ein Kubikzentimeter aus einem nicht zu jungen normalen Oberflächenwasser schöpfen lassen wird, der ganz frei von schwebenden Bestandteilen wäre.

Je nach der Fragestellung (Feststellung von Maximis, Lösung von Ernährungsproblemen, Erbeuten seltener Formen usw.) wird man naturgemäß Netz-, Feinfilter-, Sedimentations- und Zentrifugenfänge mit den Kammerfängen kombinieren bzw. sie durch diese kontrollieren können, vor allem bei den durch ihre bekannten Vorzüge ausgezeichneten Netzfängen.

4. Ein Vergleich mit der Bakteriologie läßt voraussehen, daß in der Planktonkunde auf eine Periode der überwiegenden Statistik sehr bald eine solche eingehender physiologischer und entwicklungsgeschichtlicher Studien der Planktonten folgen wird, wobei sich, wie gesagt, gewisse Beziehungen zur Spaltpilzkunde ergeben dürften. So wird z. B. eine deutliche Monotonie in der Zusammensetzung des Planktons wahrscheinlich mit einer solchen in bezug auf Bakterien parallel gehen (bakterielle Planktonbegleiter).

5. Die in letzter Zeit verbesserte Methodik in der Planktonkunde erschließt der Betrachtung über dem Stoffwechsel im Süßwasser sowohl wie im Ozean neue Gesichtspunkte. Das Studium des feineren Chemismus der Gewässer wird man häufig zweckmäßig durch einwandfreie Planktonfänge unterstützen.

6. Bei einem Vergleich mit den Befunden im Süßwasser drängt sich die Vermutung auf, daß viele Meeresorganismen sich in bezug auf spezifische organische Nahrung zu einem System der Saprobien anordnen lassen werden, wie es für das Süßwasser bereits geschehen ist. [Vgl. dazu auch WILHELMI (1)].

Literatur.

BALACHONZEW, E. N. (1), Phytobiologie des Ladogasees. St. Petersburg. 1909.

DOST, K. (1), Die Volumenbestimmung der ungelösten Abwässerbestandteile und ihr Wert für die Beurteilung der Wirkung von Abwasserreinigungsanlagen. — Mitt. a. d. Prüf.-Anst. f. Wasservers. u. Abwässerbes., 1907, Heft 8, S. 203—217; vgl. auch RUBNER u. a., S. 172.

Gran, H. H., und Nathansohn, A. (1), Vertikalzirkulation und Planktonmaxima im Mittelmeer. — Revue f. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, 1909, Bd. 2, S. 580—631.

Hjort, Johan (1), The „Michael Sars" north atlantic deep-sea expedition, Nature, 1910, Bd. 85, Nr. 2141, S. 53; ferner Int. Revue, 1911, Bd. 4, S. 152.

Jacobsen, H. C. (1), Kulturversuche mit einigen niederen Volvocaceen. — Zeitschr. f. Bot., 1910, Bd. 2, S. 145—188.

Kerb, H. (1), Über den Nährwert der im Wasser gelösten Stoffe. — Int. Revue der gesamten Hydrobiol. und Hydrographie, 1911, Bd. 3, S. 496.

Kolkwitz, R. (1), Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. — Mitt. aus der Kgl. Prüf.-Anst. f. Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, 1911, Heft 14.

— (2), Entnahme- und Beobachtungsinstrumente für biologische Wasseruntersuchungen. — Ebenda, 1907, Heft 9, S. 111—144.

— (3), Über die Planktonproduktion der Gewässer, erläutert an *Oscillatoria Agardhii* Gom. — Landwirtschaftl. Jahrb., 1909, Bd. 38, Erg.-Bd. 5, S. 449—472.

Lohmann, K. (1), Über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben in lebendem Zustande. — Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, 1911, Bd. 4, Heft 1. — Vgl. ferner: Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. — Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. 1908, Bd. 10, S. 131—370.

Marsson, M. (1), Berichte über die Ergebnisse der 4. bis 8. biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz bis unterhalb Koblenz vom März 1907 bis Juli 1908. — Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt, 1908 bis 1910, Bd. 28, 30, 32, 33 u. 36.

Ohlmüller, W., und Spitta, O. (1), Die Untersuchung und Beurteilung des Wassers und des Abwassers, 1910.

Petersen, C. G. Joh. (1), Über einige in Angriff genommene Untersuchungen über Menge und Nahrung der niederen Tiere am Meeresboden, mit besonderer Berücksichtigung der Ernährung der Scholle im Limfjord. — Int. Revue usw., 1910, Bd. 3, S. 3.

Rubner, v. Gruber und Ficker (1), Handbuch der Hygiene, 1911, Bd. 2, 2. Abteilung.

Spitta, Oskar (1), Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 38, S. 225.

Wilhelmi, J. (1), Die Einleitung der Abwässer in das Meer. — Wasser und Abwasser, 1911, Bd. 4, S. 177 u. ff.

Sitzung vom 28. Juli 1911.

Vorsitzender: Herr I. URBAN.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Ivanow, Sergius, z. Z. Pflanzenphysiol. Institut d. Univers. in **Wien** (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Kluyver, A. J., Ingenieur in **Leiden** (Holland), Hooglandsche Kerkgracht 21 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Skene, Macgregor, in **Straßburg i. E.**,

Bogen, Alfred, in **Berlin**.

Herr P. LINDNER demonstrierte durch einige Kulturen von *Succh. farinosus* die Fähigkeit dieses Organismus, den Alkohol als allein dargebotene Kohlenstoffquelle zum üppigen Wachstum verwerten zu können. Es blieb sich gleich, ob der Alkohol in flüssiger Form oder als Dampf dargeboten wurde. Letzteres ließ sich sehr einfach dadurch bewerkstelligen, daß das Kulturfläschchen durch ein gebogenes Rohr mit einem zweiten Gefäß verbunden wurde, in welchem eine mäßig hohe Schicht 96proz. Alkohol sich befand. Der Alkohol vertritt in diesen Kulturen vollwertig den Zucker und muß also für eine Anzahl von Organismen als Nahrungsmittel gelten, was inzwischen ja auch von den Tierphysiologen zugegeben wird. Übrigens ist durch A. SCHULZ schon 1878 die Assimilation des Alkohols durch Kahmhefen sichergestellt, was mittlerweile fast in Vergessenheit geraten war.

Zur Vollendung seines 70. Lebensjahres widmete der Vorstand Herrn Geheim. Regierungsrat Professor Dr. L. KNY folgende Adresse, die dem Jubilar vom Vorsitzenden, Herrn M. O. REINHARDT, überreicht wurde:

Hochgeehrter Herr Kollege!

Mit ganz besonderer Freude begrüßt Sie heute die Deutsche Botanische Gesellschaft, um Ihnen zu Ihrem 70. Geburtstage die

herzlichsten Glückwünsche auszusprechen. Gilt es doch einen Mann zu feiern, der sich in ganz hervorragender Weise um unsere Gesellschaft verdient gemacht hat!

Bereits bei der Gründung der Deutschen Botanischen Gesellschaft wurden Sie am 6. November 1882 zum zweiten Stellvertreter des Vorsitzenden erwählt. Das Vertrauen Ihrer Kollegen berief Sie dann 1888 zum ersten Stellvertreter, und von da an haben Sie abwechselnd alle Jahre das Amt des Vorsitzenden oder des ersten Stellvertreters bekleidet.

In jedem dieser Ämter haben Sie stets die Interessen unserer Gesellschaft mit unermüdlichem Eifer wahrgenommen und auch selber zahlreiche Beiträge zu ihren Sitzungsberichten geliefert.

Aber weit früher bereits haben Sie die botanische Literatur um viele wertvolle Arbeiten bereichert. Mit Vorliebe wandten Sie sich der Entwicklungsgeschichte und Morphologie der niederen Pflanzen zu. Längerer Aufenthalt im sonnigen Süden, an den Gestaden azurblauer Meere, wie auch an nördlicheren Küsten gab Ihnen Gelegenheit, die Blumen der Tiefe, die Florideen, eingehender zu studieren. Dann wandten Sie sich wieder den Farnen zu und legten ausführlich die Entwicklungsgeschichte der Parkeriaceen dar.

Aber auch den höheren Pflanzen haben Sie sowohl in anatomischer und morphologischer wie in physiologischer Hinsicht Ihre Aufmerksamkeit geschenkt und über das Dickenwachstum des Holzkörpers, über den Bau der Markstrahlen sowie über viele andere Gegenstände Untersuchungen veröffentlicht, welche wegen der bei Ihnen bekundeten Sorgfalt im In- und Auslande hoch geschätzt werden.

Über das ganze Erdenrund aber ist Ihr größtes Werk verbreitet: Ihre botanischen Wandtafeln, und Tausende von Jüngern der Botanik haben durch sie die anatomischen Verhältnisse der Pflanzen erst recht erkennen gelernt.

Diese mit größter wissenschaftlicher Treue bis in alle Einzelheiten und zugleich in so künstlerischer Vollendung ausgeführten Tafeln sind zugleich der beste Beweis für Ihre Begabung als Lehrer.

Seit 1867 gehören Sie dem Lehrkörper der hiesigen Universität an, 1873 wurden Sie zum außerordentlichen Professor und Direktor des neubegründeten pflanzenphysiologischen Instituts ernannt. Einige Jahre später, 1879, übernahmen Sie auch die Leitung des Botanischen Instituts des damaligen Landwirtschaftlichen Lehrinstituts, an dem Sie seit 1868 als Dozent tätig waren.

In dieser Doppelstellung als Universitätslehrer und etatmäßiger Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule haben Sie zahlreiche Schüler ausgebildet, denen Sie stets in der aufopferndsten Weise zur Seite standen.

Viele Arbeiten aus den verschiedensten Gebieten der Botanik sind unter Ihrer Leitung aus Ihrem Institute hervorgegangen, viele Ihrer ehemaligen Schüler haben hoch angesehene Stellungen errungen, und dankbar werden alle, ob nah, ob fern, des heutigen Tages gedenken.

Ihr eifriges Streben, immer anderen zu dienen, hat Sie dazu geführt, nicht nur in gelehrten Gesellschaften sich zu betätigen, sondern auch in volkstümlichen Kreisen die Wissenschaft zu verbreiten. Empfangen Sie für alles dies, für alles, was Sie der Botanik, was Sie unserer Gesellschaft geleistet, unseren herzlichsten, wärmsten Dank!

Zum allgemeinsten Bedauern haben Sie im Herbst 1910 Ihr Amt als Vorstandsmitglied niedergelegt und mit dem 1. April d. J. auch Ihre Tätigkeit als Lehrer eingestellt. Wir hoffen aber bestimmt, daß Sie, in dem wir einen so lieben Kollegen und Freund, einen so edlen Charakter verehren, noch manche Jahre der Wissenschaft und unserer Gesellschaft als Forscher erhalten bleiben und wünschen darum von ganzem Herzen Ihnen noch einen langen schönen Lebensabend.

Berlin, den 6. Juli 1911.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. Schwendener. K. von Goebel. H. Conwentz.
M. O. Reinhardt. I. Urban. J. Behrens. G. Lindau.
E. Jahn. P. Lindner. O. Appel.

Mitteilungen.

51. J. M. Schneider: Über das Öffnen des Nahtgewebes der Antheren.

(Eingegangen am 30. Juni 1911.)

Bevor die Staubfächer der Antheren ihre Klappen ausbreiten und rückwärts krümmen, müssen die Nahtgewebe derselben sich irgendwie lösen oder zerreißen. Im April vor zwei Jahren habe ich in einer Mitteilung dieser Berichte[1]) als Fortsetzung meiner ersten Arbeit[2]) den Grund dieses Zerreißens bei *Tulipa* in kurzen Zügen behandelt. Man darf nämlich nicht zum vorneherein annehmen, daß das Zurückkrümmen der Klappen und das Zerreißen des Nahtgewebes aus gleicher Ursache erfolge, sondern jeder der beiden Vorgänge muß methodisch und exakt für sich erforscht werden.

I.

STEINBRINCK hat zwei Monate nachher geschrieben[3]): „Ich muß nun zunächst feststellen, daß bisher wohl niemand den Begriff des Öffnens der Antheren an die Entstehung so unmerklicher Trennungslinien geknüpft hat. Es hat sich vielmehr bei der Erforschung ihres Öffnungsmechanismus immer um die augenfällige charakteristische Deformation der Staubfächer gehandelt, durch die der Blütenstaub in geeigneter Weise zur Übertragung durch Wind, Insekten usw. freigelegt wird." Ich kann STEINBRINCK nicht beipflichten. Die Erforschung der Antherenmechanik, an der die hervorragendsten Gelehrten gearbeitet haben, dauert nun schon hundert Jahre. Immer sprach man vorbehaltlos von der „Öffnungsmechanik", von „Öffnungsmechanismus", vom „Öffnungsproblem der Antheren"; die Pariser: „Causes de la déhiscence des anthères", „De l'anthère, recherches sur le développe-

1) Jahrgang 1909, S. 196: J. M. SCHNEIDER: Zur ersten und zweiten Hauptfrage der Antherenmechanik.

2) Der Öffnungsmechanismus der *Tulipa*-Anthere. Eine anatomische und physiologisch-physikalische Arbeit. Von JACOB M. SCHNEIDER, Dr. theol. und phil. nat. (88 S.).

3) C. STEINBRINCK: Über den ersten Öffnungsvorgang bei Antheren. Berichte d. D. B. G. Jahrg. 1909, S. 311.

ment, la structure et les fonctions de ses tissus", „la structure et la déhiscence des anthères." Daß nun keiner der Autoren an die Hauptsache des Öffnungsmechanismus gedacht habe, ohne welche es überhaupt niemals eine Öffnung geben könnte, nämlich an die erste Entfernung, an die Lostrennung der Klappenränder vom Verbindungsgewebe (Connectiv), das wäre doch fast nicht denkbar. STEINBRINCKs Meinung wird auch dadurch als unrichtig dargetan, daß in den ersten vierzig Jahren der Antherenforschung von MIRBEL, LUDWIG, PURKINJE, TREVIRANUS, MEYEN, H. V. MOHL[1]), „der Druck der wachsenden Pollenmasse" als Öffnungsursache der Antheren in Betracht gezogen und allerdings meistens bekämpft worden war. Bei der Diskussion einer solchen Öffnungsursache ist aber gar keine andere Möglichkeit vorhanden, als daß vor allem an das gewaltsame Aufpressen des Fächergewebes gedacht wurde. Daß dabei richtige Beweise fehlten, ist eine andere Sache. STEINBRINCK[2]) selbst studierte und zitierte die einschlägigen Veröffentlichungen von PURKINJE und von H. V. MOHL und merkte sich im Jahre 1896 sogar die genaue Unterscheidung des scharfsinnigen PURKINJE zwischen Öffnen des Staubbehälters und Zurücklegung der Klappen: „Maxime vero fibrae endothecii — vim acquirunt, quae . . . loculum aperit valvulasque evolvit[3])". Wie STEINBRINCK haben indes die meisten Forscher diese Unterscheidung in ihren Arbeiten nicht beachtet, jahrelang z. B. auch SCHRODT. SCHRODT griff zum erstenmal in die Diskussion ein im Jahre 1885 und hielt ebenfalls die Antherenmechanik für einfacher, als sie es wirklich ist. Erst im Jahre 1901 gab er, gedrängt durch seine neuen Untersuchungen, einer anderen „Auffassung" Raum, immerhin nur „bis auf weiteres", also unsicher. Diese Auffassung lautet: „Das Aufblühen der Antheren, d. h. das Öffnen und erste Rückwärtsrollen wird durch den schwindenden Turgor der lebenden Faserzellen hervorgebracht[4])." Also hier die naturgemäße, richtige Unterscheidung der Vorgänge, die er aber gleichfalls einer einzigen Ursache zuschreibt, während er eine andere Ursache, Hygroskopie, wie SCHWENDENER, feststellt für das wiederholte Zurückkrümmen der Klappen. Und

1) Siehe die Zusammenstellung mit Ortsangaben in meiner ersten Arbeit. S. 6 und 80 ff.

2) Grundzüge der Öffnungsmechanik von Blütenstaub- und einigen Sporenbehältern von C. STEINBRINCK, Gent 1896, S. 26 und 27.

3) Ebendaselbst S. 27 Anmerkung.

4) J. SCHRODT: Zur Öffnungsmechanik der Staubbeutel. Berichte der D. B. G. Jahrg. 1901, S. 483 ff.

nun war es gerade STEINBRINCK, der im Dezember desselben Jahres diesen Versuch SCHRODTs zurückwies[1]). Nachher hat freilich niemand mehr verschiedene Vorgänge oder Stufen des Antherenmechanismus zu unterscheiden gesucht, bis ich meine Resultate auf Grund eingehender Untersuchungen veröffentlichte. Ich bin also nicht der erste, der die so vielfach übersehene, oder als inbegriffen in den allgemeinen Untersuchungen betrachtete wichtigste, erste Frage des Antherenproblems antönte. Was ganz neu war in meinen Arbeiten, das sind die Methoden. Die Resultate dieser neuen Methoden ergaben den „Beweis dafür, daß, entgegen den Theorien der letzten Decennien, weder Hygroskopie, noch Kohäsionszug, noch Turgorschwund das Aufreißen dieser Antheren bewirkt[2])". Ich habe mich damals auf *Tulipa* beschränkt.

II.

Die Methoden, welche ich anwandte und seither um weitere neue vermehrte, bestehen aus folgendem Vorgehen. Ich maß die Antheren im Zustande des eben begonnenen Aufreißens der Nähte. Bei roten oder blauen Antheren findet man in den Nahtkanälen, wie ich die betreffenden Vertiefungen bei *Tulipa* nenne, im Beginne des Zerreißens des Nahtgewebes feine gelbe Linien. Mit scharfer Lupe ist dann zu prüfen, ob nicht bereits da oder dort Lücken vorhanden sind, durch die man die Pollenmasse sieht. Bei den gelben und weißen Antheren ist eine Farbendifferenz nicht so leicht wahrzunehmen. Die Feststellung des tatsächlichen Vorhandenseins der Risse ist unter Umständen ziemlich schwierig. Man tut gut, in geraden und schiefen Richtungen, im durchscheinenden und im auffallenden Licht zu untersuchen, um Täuschungen zu entgehen.

Die Frage, ob diese Risse durch hygroskopische Kontraktion entstanden sind, ist ohne weiteres dadurch erledigt, daß die Antheren in diesem Zustand voll Saft sind. Handelt es sich infolgedessen um Kohäsionskontraktion, wie STEINBRINCK auch nach meiner letzten Publikation meint[3])? Oder handelt es sich um Volumverminderung durch Schwinden des Turgors, wie früher SCHRODT annahm? Beides ist für den Fall ausgeschlossen, in welchem die Antheren in voller Turgordehnung sich befinden. Die Untersuchung hat demnach festzustellen, ob eine Größen-

1) Am gleichen Ort S. 552 ff. C. STEINBRINCK: Zum Öffnungsproblem der Antheren.

2) Berichte d. D. B. G. 1909 S. 197.

3) Berichte d. D. B. G. 1909 S. 300 ff.

differenz vorhanden ist zwischen Antheren, die bloß diesen Geweberiß ohne jede Erweiterung derselben besitzen, und zwischen Antheren, die einerseits von Turgordehnung wie anderseits von Kohäsionskontraktion und von hygroskopischer Verkürzung wirklich frei sind. Die Anwendung wasserentziehender Reagentien, wie Glyzerin, Alkohol, $MgCl_2$ ist deshalb ausgeschlossen. Ich schlug folgenden Weg ein. Ich maß manche Antheren mit dem bloßen Riß frisch von den Blüten weg. Dann legte ich sie in ein Reagensglas mit Wasser und erhitzte oder sott dasselbe, teils kürzere, teils längere Zeit, um das etwa vorhandene Leben und damit den Turgor zu vernichten. Verschiedenste Zeitdauer und verschiedene Wärmegrade wandte ich an, um die einzelnen Wirkungen gegenseitig kontrollieren zu können und die definitiven Ergebnisse zu erkennen. Die Gasblasen, welche hierbei im Innern der Anthere entstehen, reißen diese teilweise auf, wenn sie verwachsen ist. Man darf deshalb nicht etwa den Turgorschwund als Ursache der Nahtrisse betrachten, wenn verwachsene Antheren beim Sieden solche bekommen. Das Längenmaß der Antheren verändern die Gasblasen nicht, oder nicht dauernd, und die vorübergehende Veränderung ist nur eine schwache Dehnung, nicht aber eine Kontraktion. Nach der Erhitzung maß ich die Antheren wieder und zwar sowohl gefüllt mit dem noch heißen Wasser wie auch nach Erkaltung des Wassers. Die Verkürzungen betrugen meistens nicht unter 4 pCt. und nicht über 8 pCt. in der Länge und etwa 4.5 pCt in der Breite. Das gilt für *Tulipa*. In allen diesen Fällen war also das Zerreißen des Nahtgewebes im Zustand gut meßbarer Turgordehnung der Antheren erfolgt. Keine solche Resultate erhielt ich bei *Clivia*, doch hatte ich hier weniger Objekte zur Hand. Wenn bei Antheren sich nicht erhebliche Turgordehnung zeigt, so kann selbstverständlich auch nie erhebliche Verkürzung eintreten durch bloßen Turgorschwund und deshalb auch keine bedeutende mechanische Wirkung.

Ich versuchte dann folgendes Mittel. Ich legte Antheren mit dem frischen Riß in kaltes Wasser. Sind sie lebend, so muß das Leben durch langes Liegen im Wasser schließlich schwinden ohne irgendwelche andere Eingriffe. Die Erfüllung aller Zellen und Membranen mit bloßem Wasser geht allmählich vor sich. Nun fand ich wiederholt die Antheren stark vergrößert, die Vergrößerungen wurden nach einiger Zeit von selbst wieder teilweise rückgängig, und die saft- und wassergefüllten Antheren erlangten damit ein definitives Maß. Das ist ein Beweis dafür, daß die aufgerissenen Antheren noch lebten, im Wasser noch weiter

wuchsen und endlich abstarben und damit auch die zuletzt erreichte Turgordehnung verloren. Das Wachstum der Antheren im Wasser ist ungleich, einerseits weil die Geweberisse schon ungleich lang vorhanden sein können, und andererseits, weil das Auswachsen der Antheren in der Blüte verschieden stark vorangeschritten sein und eine verschiedene Menge verwendbaren Nahrungsstoffes zur Verfügung stehen kann.

Ich legte des weiteren Antheren mit ausnahmslos verwachsenen Nähten ins Wasser. Sind sie zu jung den Blüten entnommen, so wachsen sie wohl unter Umständen, ohne aber zu reifen. Sind sie jedoch dem Reifen nahe, so öffnen sie sich im Wasser liegend. Ich machte diese Versuche mit Erfolg bei *Tulipa*, *Lilium candidum* und bei Sporangien von *Equisetum*. Die Antherennähte rissen im Wasser nicht nur da und dort etwa in $^1/_2$ mm Länge auf, sondern die Risse waren sehr lang. Alle mikroskopischen Wasserproben ergaben Pollengehalt. Bei den Equiseten trat Sporenmasse vor die Sporangienöffnung. Es ist zu bemerken, daß die Equisetensporangien durch keine Epidermis gegen Eindringen des Wassers in das Faserzellgewebe geschützt sind.

Auch hierbei blieb ich noch nicht stehen. Ich führe von verschiedenen anderen Untersuchungen noch folgende an. Ich pflückte der Reife weniger nahe stehende Antheren und ließ sie in gewöhnlicher Zimmertemperatur auf Papier vertrocknen. Erst nach längerer Zeit begannen die Kontraktionen, die aber ganz normal, d. h. bis zur normalen Trockengröße sich vollzogen, ohne daß irgendein Nahtriß entstand. Die Antheren verkürzten sich also hierbei z. B. um 50 pCt., und die Klappen verschmälerten sich ebenso, aber nirgends trat eine Öffnung auf, alles blieb verwachsen. In diesen Fällen war evidenterweise zuerst Schwinden der etwa vorhandenen Turgordehnung, dann Kohäsionskontraktion, endlich hygroskopische Membranverkürzung eingetreten und keine dieser Kräfte konnte einen Nahtriß zustande bringen. Das fand ich bei *Tulipa*, *Viria*, *Lilium candidum*, *Fuchsia*, *Digitalis*.

Ich zerschnitt ferner reife, aber noch verwachsene Antheren. Das darf freilich nicht mit dem Messer geschehen, weil jeder Druck bei Antheren, deren Nähte dem Öffnen nahe sind, die Nähte aufdrückt. Ich nahm ein scharfes Scherchen und zerlegte die Antheren durch Querschnitte in zwei oder mehrere Teile. Alle Teile verkürzten und verschmälerten sich normal und bei allen blieben die Nähte verwachsen, so daß also kein Zurückkrümmen der Klappen erfolgen konnte. Kontrollversuche beweisen, daß die

Antheren in diesem Stadium, wenn nicht durch Zerschneiden die Pollenmasse der freien Luft und der Trocknung ausgesetzt oder durch seitliches Ausweichen entspannt wird, aufplatzen.

Damit ist als unwiderlegbare Tatsache festgestellt, daß die Antheren der genannten Spezies weder durch Turgorschwund, noch durch die Kräfte der Kohäsions- und hygroskopischen Kontraktion, die in vollster Wirkung ihre Arbeit vollführen, allein das Nahtgewebe öffnen können. STEINBRINCKs Überzeugung[1]): „Es wäre sehr wunderlich, wenn der Kohäsionszug, der die Antherenklappen in so hohem Grade zusammenpreßt und deformiert, nicht auch imstande sein sollte, den ersten Riß des Nahtgewebes zu bewirken, und wenn es dazu der Mitwirkung des Pollendrucks bedürfe" ist also durch die Tatsache als widerlegt dargetan. Und wie meine Methoden zeigen, ist auch nur teilweise richtig, was HANNIG[2]) schreibt: „Das Aufreißen der Nahtlinien ist außerordentlich schwer zu untersuchen, da sie bei den meisten Antheren in einer verdeckten Spalte liegt und der geringste mechanische Eingriff die Naht zum Aufreißen bringt." Die Nahtrisse sind in vielen Fällen schon beim Beginn des Auftretens mit scharfer Lupe sichtbar. Ich habe bei *Tulipa* auch das Fortschreiten derselben mit der Lupe beobachtet.

III.

Wir haben demnach gesehen, welche Kräfte die Nahtöffnungen nicht zustande bringen. Nun folgt die Frage, welche Kräfte sie tatsächlich bewirken. Da stellen sich folgende Ergebnisse gegenüber: Antheren mit fester Pollenmasse, die nicht ausweichen kann, erhalten Nahtrisse, sogar im Wasser, und schrumpfen mit Krümmung der geöffneten Klappen; Antheren von gleicher Größe, noch ohne genügend viele, feste Pollenmasse erhalten keine Nahtrisse, kontrahieren sich jedoch ebenso stark mit verwachsenen Klappen; Querhälften und Querteile von Antheren mit fester Pollenmasse, welche indes infolge der Schnitte das Wachstum verliert oder seitlich ausweichen kann, bekommen keine Nahtrisse, kontrahieren sich aber ebenso stark wie diejenigen mit natürlichen Nahtrissen. Abgesehen vom Druck der Pollenmasse sind bei allen diesen Antheren und Teilen die gleichen Kräfte wirksam gewesen, wie die Kontraktionen und die Überlegung beweisen. Das Eintreten der Nahtrisse ergab sich oder blieb aus je nach dem Vorhandensein einer wachsenden und widerstandsfähigen Pollenmasse.

1) Berichte d. D. B. G. 1909 S. 307.

2) Über den Öffnungsmechanismus der Antheren. Von E. HANNIG. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XLVII, 1909, S. 186.

Der Druck der Pollenmasse zwingt also die Antherenklappen an ihren anatomisch schwächsten Stellen, an den Nahtgeweben, auseinanderzuweichen. Als weitere Erklärung wiederhole ich, was ich früher sagte[1]): „Wie die Untersuchungen lehren, wachsen die Pollenkörner in der Tat ungemein rasch. — Daß die Pollenmasse im Verhältnis schließlich stärker gewachsen ist als die sie deckenden Klappenwände, geht daraus hervor — ich spreche speziell von *Tulipa* —, daß die Fächer gegen das Ausreifen zu oft außerordentlich wulstig sind und beim Aufschneiden die Pollenmasse in Stangenform gepreßt erscheint." Wenn die gepreßte Pollenmasse nicht mehr nachgeben kann, so müssen die Klappen nachgeben und die Nähte sich öffnen. Dann dringt Luft ein, noch vorhandene Pollenflüssigkeit — ihr Vorhandensein ist gegenüber der unzureichenden Handprobe STEINBRINCKs[2]) mikroskopisch leicht nachzuweisen — trocknet auf, das Trocknen ergreift das Nahtgewebe, und schließlich beginnt nicht mehr das bloße, von außen erzwungene Auseinanderweichen der Klappen, sondern die von den Wandzellen selbst ausgehende Kontraktion und damit die Zurückkrümmung der Klappen. Bei jenem Auseinanderweichen sind die Klappen passiv, und nur bei der Kontraktion sind sie aktiv beteiligt, obwohl die geometrischen, äußeren Formen der passiv auseinandergewichenen und der sich aktiv zurückkrümmenden Klappen ineinander übergehen. Auch bei der Pendelschwingung verbindet sich das Fallen und Steigen des Pendels geometrisch zu einem einzigen Bogen, obwohl die beiden Vorgänge physikalisch auf wesentlich verschiedenen Ursachen beruhen. Es ist deshalb ein Irrtum, wenn STEINBRINCK meint[3]): „Wie die Figuren 1—6 erkennen lassen[4]), erweisen sich aber die Klappen beim Aufspringen dadurch sogleich als aktiv beteiligt, daß sie von Anfang an die Tendenz bekunden, ihre Nahtränder nach außen umzuschlagen." Einen zweiten Irrtum begeht STEINBRINCK in der allgemeinen Unterschrift zu den ersten drei Figuren: „Fig. 1—3, Pollensäcke beim Beginn des Aufspringens." Bei den betreffenden Pollensäcken ist nämlich das Aufspringen an den unteren Teilen schon mehr als zur Hälfte des endgültigen Kontraktionsbetrages daselbst vollendet und kann, meinen Versuchen zufolge, schon vor einer bis mehreren Stunden

1) Berichte d. D. B. G. 1909, S. 198.
2) Berichte d. D. B. G. 1909, S. 308.
3) Ebendaselbst.
4) Die Interessenten mögen die Figuren im Original nachsehen am eben angezeigten Ort S. 309.

begonnen haben. Wenn STEINBRINCK eine halbe Seite vorher mit dem Ausdruck: „sofort nach dem Beginn des Aufspringens" das gleiche Stadium gemeint hatte, so ist es allerdings möglich, daß er die Pollenmasse „trocken und feinmehlig" fand und sogar mikroskopisch so finden müßte, denn während so langer Zeit mußte sie ja trocken werden, aber die Angabe „sofort nach dem Beginn des Aufspringens der eben entstandenen Öffnung" ist dann sehr unexakt und irrig.

Berücksichtigen wir auch noch andere Darlegungen STEINBRINCKs. Er sagt[1]): „Ich verstehe zwar, wie eine leichte Fingerbewegung etwa das Uhrwerk einer Spieldose, die Tätigkeit einer elektrischen oder einer Dampfmaschine, die Explosion einer Mine auslösen kann, aber nicht nach welchen physikalischen Gesetzen beim Öffnen von Staub- und Sporenbehältern ein Riß die Spannungen auslösen soll, die zur Ausbreitung der Klappen führen." Die Erklärung bietet keine Schwierigkeit. STEINBRINCK richtet sich damit gegen den von mir[2]) zitierten und als „klare Formulierung" taxierten Satz von LORCH: „Bei der Öffnung von Antheren und Sporangien werden zweifellos Spannungen durch einen Riß ausgelöst". LORCH hat allen Resultaten meiner Versuche zufolge vollkommen richtig geurteilt. Wenn die Wände der Antheren und Sporangien durch den Turgor und durch den Pollendruck gedehnt sind, so sind sie in Spannung, wie eine ausgezogene Spiralfeder, deren beide Enden befestigt sind. Wird nun ein Ende der Feder gelöst, so wird die Spannung ausgelöst, die Feder rollt zusammen und kann dabei Arbeit leisten. Tritt bei der durch den Druck gedehnten, gespannten Klappenwand durch den Nahtriß die Ablösung eines befestigten Endes ein, so wird hierdurch die Spannung ebenfalls ausgelöst, die Klappenwand weicht um den Betrag der stattgehabten Dehnung oder Spannung zurück. Dagegen ist es nicht richtig, daß der „Riß die Spannungen auslösen soll, die zur Ausbreitung der Klappen führen." LORCHs und meine Worte lauten nicht so, sondern die irrtümliche Auffassung STEINBRINCKs, der noch auf der letzten Seite seiner Arbeit trotz aller abweichenden Tatsachen, die ihm vorgelegt worden sind, wegen seiner Beobachtung aus unstatthaften Alkoholmaterial von *Tulipa* „durchaus für den Öffnungsvorgang von Anfang an auf eine einheitliche Ursache schließen" will und abschließt: „Es ist daher m. E. bis jetzt kein Grund vorhanden, den ersten Riß dem

1) Ebendaselbst S. 301.
2) Ebendaselbst S. 196.

Pollendruck zuzuschreiben." Dem ist eben, trotzdem jahrzehntelang, auch bei SCHRODT, diese Überzeugung ganz allgemein war, nicht so. Die Ursache ist, wie die Resultate meiner Methoden beweisen, keineswegs eine „von Anfang an einheitliche". Die Spannungen, welche durch den Riß (einen „zweiten" Riß gibt es nicht) ausgelöst werden, führen nicht, wie STEINBRINCK es von sich selbst auffaßt, „zur Ausbreitung der Klappen". Zur Ausbreitung der Klappen führen Spannungen, welche erst dann auftreten können, wenn die durch die Turgordehnung und den Pollendruck verursachten Spannungen verschwunden und die Membranen in den bei Saftfüllung normalen Entspannungszustand gelangt sind. Hierauf beginnt aber nicht etwa sofort eine neue Auslösung von Spannungen, sondern eine neue Erzeugung von Spannungen und zwar durch den Kohäsionszug, und nach deren Auslösungen tritt die hygroskopische Wirkung, die Trockenschrumpfung ein.

IV.

Im Zusammenhang hiermit sei noch auf folgende Irrtümer in E. HANNIGs Arbeit „Über den Öffnungsmechanismus der Antheren" hingewiesen. Zuerst will ich betonen, daß HANNIG darin mehrere neue Untersuchungen über das Zurückkrümmen der Klappen geboten hat und „zur Verteidigung der STEINBRINCKschen Erklärungsweise zu veröffentlichen" für gut fand, weil „in der letzten Zeit J. M. SCHNEIDER in einer ziemlich absprechenden Weise die zweifellos sehr sorgfältigen und verdienstvollen Arbeiten STEINBRINCKs bekämpfte und durch neue Behauptungen die Sachlage noch weiter zu verwirren drohte[1])". HANNIGs Arbeit enthält manches Gute, aber auch manche Unrichtigkeiten. Schon der Beginn stimmt nicht. Er schreibt nämlich: „Bei dem Öffnungsvorgang der Antheren kann man nach SCHRODT unterscheiden zwischen dem „erstmaligen Öffnen der Staubbeutel", genauer gesagt dem „Aufreißen der Nahtlinie und dem Zurückkrümmen der Antherenwände". HANNIG sieht das offenbar nicht als eine „Verwirrung" der Sachlage an, sondern als eine Klärung. Diese klärende, entschiedene Gegenüberstellung von dem „Aufreißen der Nahtlinie und dem Zurückschlagen der Antherenwände" stammt aber nicht von SCHRODT, sondern vom Schreiber dieser Zeilen in der ersten ausführlichen Arbeit über *Tulipa*[2]); dort ist SCHRODT berücksichtigt. Unter dem „erstmaligen Öffnen der Staubbeutel" versteht SCHRODT „das Öffnen und erste Rückwärtsrollen", welche beide

1) E. HANNIG a. a. O. S. 187.

2) Der Öffnungsmechanismus der *Tulipa*-Anthere. S. 24 und 25.

Phasen SCHRODT wie STEINBRINCK einer „einheitlichen Ursache“ zuschreibt, während ich zum erstenmal seit Beginn der Antherenforschung wesentlich verschiedene Ursachen für beide Vorgänge feststellte und methodisch zu beweisen suchte. SCHRODT stellt den beiden, nach seiner Meinung in der Ursache geeinten Phasen „Öffnen und erstes Rückwärtsrollen“, also „dem erstmaligen Öffnen der Staubbeutel“, ein zweites und mehrmaliges Öffnen entgegen, nämlich „die Bewegungen der abgestorbenen Antherenklappen“ und nimmt für diese als Ursache die „Kontraktion der Membran“ in Anspruch, und für das erste den Turgorschwund, während HANNIG sowohl für das erste Rückwärtsrollen wie für das beliebig wiederholte Zurückschlagen der Klappen nur Kohäsionszug annimmt. Die Ursache des Rückwärtsrollens übergehe ich hier und muß als einschlägig in gegenwärtige Ausführungen nur betonen, daß HANNIGs sechster Schlußsatz[1]): „Auch unter natürlichen Bedingungen sind die Faserzellen, wenn die Öffnung der Antheren beginnt, stets mit Wasser gefüllt“ ganz falsch ist, denn die oben angeführten Tatsachen beweisen, daß die Antheren auch nach eingetretenem Nahtriß noch lebend und deshalb mit Plasma und Zellsaft erfüllt und wachstumsfähig sind.

Hieraus geht hervor, was von STEINBRINCKs folgender Darstellung zu halten ist: „In seiner neuen Mitteilung leugnet er (J. M. SCHNEIDER) nun auch für den ersten Öffnungsvorgang die Einwirkung des Kohäsionszuges und stellt, wie wir gesehen, sogar die Möglichkeit eines solchen in Abrede; und zwar aus dem Grunde, weil die beteiligten Antherengewebe in diesem Fall noch lebend und turgeszent seien.“ Dieser „Grund“ ist nie von mir genannt worden. Ich betonte in der von STEINBRINCK berührten Mitteilung wörtlich: „Auch die beginnende Kohäsionskontraktion schließt Luftblasen im Gewebe ebenfalls positiv aus und verträgt sich vollkommen mit dem Vorhandensein von Zellsaft und Plasma.“ Damit ist auch das Vorhandensein einer Art „Turgeszenz“ im Sinne STEINBRINCKs konstatiert. Deshalb gebrauchte ich nicht diesen Ausdruck, sondern schrieb unzweideutig und teils unter Sperrdruck: „daß das Aufreißen während normaler Turgorspannung der Zellen stattfand“, und auf der nächsten Seite: „auch für Kohäsionskontraktion ist keine Möglichkeit vorhanden, weil der Turgordruck die Membranen in entgegensetzter Richtung spannt“; „bloße Turgorschwankungen veranlassen er-

1) E. HANNIG a. a. O. S. 215.

fahrungsgemäß noch keine Verletzung der Antheren. Der Turgordruck selbst kann die Fächer ebenfalls nicht öffnen, denn er ist während des ganzen Wachstums vorhanden." „Die vorhandene Turgordehnung hält die Zellmembranen bereits gespannt." STEINBRINCK wendet sogar selbst diese wissenschaftlich unzweideutige, klarste Ausdrucksweise zwei Seiten weiter wörtlich an: „ihre ursprüngliche Turgorspannung ist natürlich durch den Wasserverlust geschwunden". Seine Frage für den Fall der von ihm angegriffenen Richtigkeit des Aufreißens der Naht ohne Kohäsionsmöglichkeit: „Sonst würde ich fragen, ob denn der Druck der Pollenmasse, dem der Riß der Fächer zugeschrieben wird, auch plötzlich diese Zellen abgetötet oder ihre Turgeszenz aufgehoben haben soll" ist demzufolge dahin zu beantworten, daß der Druck der Pollenmasse durch den Geweberiß nur die durch diesen Druck hervorgerufene Gewebespannung auslöst und nicht nur keine Zelle tötet, sondern auch die Turgorspannung nicht aufhebt, sondern das Verhalten dieser sich selbst und dem Einfluß der eindringenden, trocknenden Luft überläßt.

Altstaetten, Ct. St. Gallen, Juni 1911.

---

52. Friedrich Boas: Zwei neue Vorkommen von Bakterienknoten in Blättern von Rubiaceen.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Eingegangen am 7. Juli 1911.)

Im Jahre 1908 fielen mir gelegentlich einer orientierenden Untersuchung über Acarodomatien auf dem Blatt von *Psychotria alsophila* K. Sch. (leg. ZENKER, Kamerun) eigenartige Knötchen auf. Sowohl die Blattfläche wie auch die Nerven waren mit den erwähnten knotigen Anschwellungen besetzt. Die Knötchen selbst waren nur auf der Blattoberseite entwickelt, auf der Unterseite sah man einen etwas helleren Fleck oder auch eine kleine Einsenkung. Die Knötchen besaßen eine Länge von 2—4 mm, waren aber kaum einen Millimeter dick. Im allgemeinen erinnerte so das Blatt sehr an die Abbildung, welche A. ZIMMERMANN[1]) von den Bakterienknötchen der *Pavetta indica* gab, nur daß bei *Pavetta indica* die Knötchen nach der ZIMMERMANNschen Abbildung mehr rundlich erschienen, während sie bei *Psychotria alsophila* stark in die Länge gestreckt waren.

1) Über Bakterienknoten in den Blättern einiger Rubiaceen. PRINGSHEIMS Jahrb. 37, 1902. S. 1 ff.

Die anatomische Untersuchung ergab folgendes Resultat: Die Knoten waren durch eine dichte mehrschichtige Scheide scharf von dem umgebenden Blattgewebe geschieden. Das Gewebe innerhalb der Scheide war sehr locker. In den dadurch gebildeten großen Interzellularräumen war eine erstaunliche Menge von Bakterien angesammelt. Die Zellen selbst erwiesen sich als frei von Bakterien. Rhaphiden, wie sie sonst häufig im Mesophyll und auch in der Scheide vorkamen, waren im Innern des Knötchens nirgends ausgebildet. Palissaden- und Schwammparenchym war rings um die Knoten sehr reduziert, 1—2 Zellreihen ziemlich isodiametraler Zellen trennten das Gewebe der Bakterienknoten von der Epidermis. Aus all dem Angeführten geht eine weitgehende Übereinstimmung der Bakterienknoten von *Psychotria alsophila* mit denen von *Pavetta indica* hervor. (Vgl. Fig. 1.)

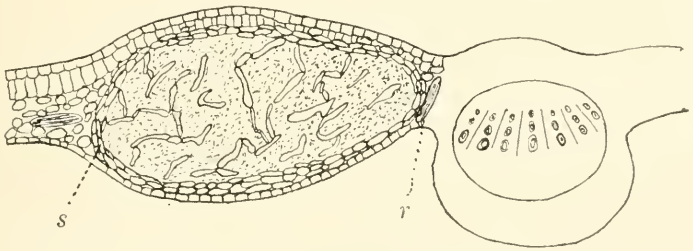


Fig. 1. Schnitt durch das Blatt von *Psychotria alsophila*, ein Bakterienknötchen zeigend, s = Scheide, r = Rhaphiden.

Wesentlich verschieden in ihrer äußeren Erscheinung sind die Bakterienleisten am Hauptnerv von *Psychotria umbellata* Thonn (leg. WARNECKE, Togo). Mir fiel der Hauptnerv durch seine Breite auf. Fast 3,5 mm breit und flachgedrückt, erschien er wie eine dicke Leiste auf dem Blatte. Etwas oberhalb der Mitte des Blattes ließ die ziemlich gleichmäßige Dicke nach, dafür waren einzelne verschieden lange Anschwellungen zu beiden Seiten am Mittelnerv ausgebildet. Die beiden großen Leisten am Mittelnerv erreichten an einem ausgewachsenen Blatt eine Länge von 4,5 cm und setzten sich am Blattstiel als kräftige Schwielen noch einige Millimeter weit fort. Auffallend ist dabei die Erscheinung, daß die Leisten an der Blattbasis von der Unterseite des Mittelnervs auf die Oberseite des Blattstieles übergingen.

Ein Querschnitt durch den Mittelnerv ließ schon mit bloßem Auge 2 etwa 1 mm im Durchmesser starke Flecke erkennen (vgl. Fig. 2). Es waren dies die mit Bakterien erfüllten Leisten. Bei starker Vergrößerung ergab sich ein mit den vorher geschilderten Bakterienknoten ziemlich übereinstimmender Bau. Auf eine dichte Scheide

ohne Interzellularräume folgte ein verhältnismäßig dichter Gewebekomplex; dichter deswegen, weil die Interzellularräume weniger stark ausgeprägt waren als bei *Psychotria alsophila*. Im allgemeinen Habitus erinnern die Bakterienleisten von *Psychotria umbellata* an die von *Gramilea mikrantha*, nur daß bei dieser *Psychotria* lange Röhren oder Zylinder am Hauptnerv entlang ausgebildet und mit Bakterien erfüllt waren, während bei *Gramilea* nur verhältnismäßig kurze Knoten oder Leisten vorhanden waren.

Wichtiger als die Konstatierung zweier neuer Pflanzen mit Bakterienknoten erscheint mir, daß nun auch aus Afrika (Togo und Kamerun) derartige Bakterienansammlungen in besonderen Behältern an den Blättern der Rubiaceen aufgefunden wurden. Vor kurzer Zeit hat bekanntlich H. MIEHE[1]) die sogenannten Eiweiß-

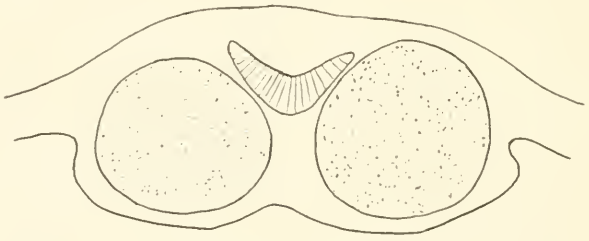


Fig. 2. Schnitt durch den Hauptnerv von *Psychotria umbellata* mit den zwei Bakterienröhren.

drüsen von *Ardisia crispa* als Bakterienknoten erkannt, so daß bis heute für folgende Arten Bakterienknoten nachgewiesen sind:

Rubiaceen: *Paretta indica*, *P. lanceolata*, *P. angustifolia*, *Gramilea mikrantha*, *Psychotria alsophila*, *Ps. umbellata*, *Ps. bacteriophila*[2]).

Myrsinaceen: *Ardisia crispa*.

Aus dieser immerhin bereits jetzt ziemlich weiten Verbreitung von Pflanzen mit Bakterienknoten aus verschiedenen Familien scheint mir die Vermutung einigermaßen gerechtfertigt zu sein, daß es sich bei diesen Bakterienanhäufungen in den Blättern nicht bloß um pathologische Bildungen — Bakteriengallen — oder um Raumparasitismus handelt, sondern daß die Bakterien vielleicht eine mehr oder minder wichtige Rolle im Leben der betreffenden Blätter spielen.

1) H. MIEHE: Die sogenannten Eiweißdrüsen an den Blättern von *Ardisia crispa* A. D. C. Ber. d. D. Bot. Ges. 1911, 29, 151—158.

2) Icones Bogor. 1908 3 fasc. 3.

53. M. v. Eisler und L. v. Portheim: Über Haemagglutinine in Pflanzen.

(Aus dem staatlichen k. k. serotherapeutischen Institute und der Biologischen Versuchsanstalt in Wien.)

(Eingegangen am 15. Juli 1911.)

Verschiedene Stoffe besitzen die Eigenschaft, Bakterien, Blutkörperchen und andere Zellen in ihren Aufschwemmungen so zu verändern, daß sie sich durch Zusammenballen und Aneinanderkleben zu kleineren und größeren Klümpchen vereinigen und frühzeitig absetzen. Diese Stoffe sind die Agglutinine. Im nachfolgenden wollen wir uns nur mit den auf Blutkörperchen wirkenden Substanzen, den Haemagglutininen befassen[1]). Die Agglutination des Blutes kann durch anorganische Kolloide (Kieselsäure usw.) und durch verschiedene organische Stoffe hervorgerufen werden. Aber auch manche tierische Säfte und Sekrete und Extrakte aus tierischen und pflanzlichen Organen wirken haemagglutinierend, doch sind diese Haemagglutinine noch nicht näher bekannt, sie sind bloß durch ihre charakteristische, oft spezifische Wirkung zu erkennen. Im allgemeinen neigt man zu der Ansicht hin, daß es sich hier um Eiweißstoffe handelt. Über die Wirkungsweise der Agglutinine hat man sich noch keine sichere Anschauung bilden können, es scheint aber, daß diese Erscheinung auf Kolloidreaktionen zurückführbar ist.

Was die Verbreitung der Haemagglutinine im Pflanzenreich betrifft, so ist zu bemerken, daß dieselben bei Bakterien von verschiedenen Forschern beobachtet wurden, von höheren Pilzen wird nur *Amanita solitaria* als Träger haemagglutinierender Substanzen erwähnt. Sonst wurden diese Stoffe noch, wie aus der folgenden

1) Ausführliche Besprechungen der die Haemagglutination betreffenden Fragen und diesbezügliche Literaturangaben finden sich in folgenden Werken:

Kobert, R., Lehrbuch der Intoxikationen. Bd. 1 u. 2. 1902 u. 1906.

Landsteiner, K., Spezifische Bindung und Antikörper. IV. Hämagglutination und Hämolyse. Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere. 1909. II. Bd. 1. Hälfte. S. 395.

Raubitschek, H., Die Haemagglutination. Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie. Referate 1910. II.

Raubitschek, H., Haemagglutinine pflanzlicher Provenienz und ihre Antikörper. Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung. I. Ergänzungsband 1911. S. 625.

Czapek, F., Biochemie der Pflanzen. I. Bd. 1905. S. 92.

Zusammenstellung hervorgeht, in den Samen einiger Angiospermen gefunden.

Pflanze:	Literaturnachweis:
Croton Tiglium	Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen. II. Aufl., II. Bd., S. 708.
Ricinus communis	–, Lehrbuch der Intoxikation. II. Aufl., II Bd., S. 698.
Abrus precatorius	Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen. 1906. II. Bd., S. 703,
Robinia Pseudacacia	—, Lehrbuch der Intoxikationen. 1906. II. Bd., S. 710.
Phaseolus multiflorus	Landsteiner u. Raubitschek[1]), Centralbl. f. Bakt ,Parasitenk. u Infektionskrankh. 1. Abt. S. 664.
Phaseolus vulgaris	dto.
Pisum sativum	dto.
Lens esculenta	dto.
Vicia sp.	dto.
Datura ferox	Eisler u. Portheim[2]), Zeitschr. f. Immunitätsforschung und experiment. Therapie, S. 151.
Datura gigantea	dto.
Datura laevis	dto.
Datura Leichhardtii	dto.
Datura Metel	dto.
Datura Stramonium	dto.
Datura Wrightii	dto.
Datura ceratocaula	dto.

Samen zahlreicher Gattungen angiospermer Pflanzen[3]) wurden auf die haemagglutinierende Wirkung ihres Extraktes untersucht, aber nur bei 2 Gattungen der Euphorbiaceen, 1 Gattung der Solanaceen und 6 der Papilionaceen konnten Haemagglutinine nachgewiesen werden.

Diese mit Kochsalzlösung gewonnenen Extrakte und die Lösungen der gereinigten Präparate wirken auf verschiedene Blutarten nicht gleichartig ein. Die Wirkung des Abrins ist auf Pferde-, Rinder-, Schaf- und insbesondere auf Schweineblut intensiver als die des Ricins, letzteres verklumpt aber stärker Hühner- und Taubenblut als Abrin[4]). Crotin wirkt nach Kobert[5]) auf Blut von Rind, Schaf, Schwein, Hecht, Barsch und Frosch agglutinierend, auf Blut von Mensch, Hund, Meerschweinchen, Egel,

1) Landsteiner, K., und Raubitschek, H., Beobachtungen über Haemolyse und Haemagglutination. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. I. Abt. XLV. 1907. S. 660.

2) Eisler, M. v., und Portheim, L. v., Über ein Haemagglutinin im Samen von *Datura*. Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie. I. 1908. 1. H. S. 151.

3) Eisler, M. v., und Portheim, L. v., l. c., S. 151—155.

4) Landsteiner, K., 1909, l. c., S. 400.

5) Kobert, R., l. c., Bd. I, S. 162, Bd. II, S. 705.

Ratte, Huhn, Gans und Taube so gut wie nicht, auf Kaninchen- und Krähenblut haemolytisch. LANDSTEINER und RAUBITSCHEK[1]) haben gefunden, daß die Wirkung des Bohnenextraktes auf Menschen-, Pferde-, Kaninchen-, Schaf-, Tauben-, Karpfen- und Froschblut eine viel stärkere ist als die der Extrakte von Erbsen, Linsen und Wicken. Auch zwischen den Auszügen dieser drei Papilionaceen lassen sich Unterschiede feststellen, so ist z. B. Wickenextrakt auf Schafblut, Linsenextrakt auf Schaf- und Froschblut unwirksam.

Wir[2]) haben ein gereinigtes MERCKsches Ricinpräparat mit einem Extrakt (0,85 proz. Kochsalzlösung) aus *Datura Stramonium* verglichen. Ziegenblut wird von Ricin schwach, von *Datura*-Extrakt nicht agglutiniert. Auf Meerschweinchen und Taubenblut wirkt Ricin kräftiger als *Datura*-Extrakt, dieser wieder intensiver auf Hammel- und Pferdeblut. Beide Stoffe haben die gleiche Wirkung auf Kaninchen- und Rattenblut.

Die in den Samen der Bohnen, Erbsen, Linsen, Wicken und des Stechapfels enthaltenen Agglutinine sind im Gegensatz zu Ricin, Abrin, Crotin und Robin für die damit behandelten Tiere nicht toxisch[3]).

Wir untersuchten verschiedene Gattungen und Arten der Solanaceen auf Haemagglutinine, konnten dieselben aber nur bei der Gattung *Datura* nachweisen[4]). Es geht daraus hervor, daß die Gattung *Datura*, die sich von den anderen Solanaceen durch verschiedene Merkmale deutlich unterscheidet[5]), auch in dieser Beziehung von den übrigen Solanaceen abweicht. In unserer ersten Mitteilung haben wir erwähnt, daß bei den Datureen der I. und IV. Sektion[6]) bisher keine Agglutinine aufgefunden werden konnten, wir müssen dies jetzt insofern richtigstellen, als es uns inzwischen gelungen ist, zu zeigen, daß auch die Samen von *Datura ceratocaula* ein Haemagglutinin enthalten, freilich in viel geringerem Maße als die Datureen der II. und III. Sektion.

Extrakte aus dem als *Datura ceratocaula*-Samen von einer hiesigen Samenhandlung bezogenen Material waren unwirksam; bei

---

1) LANDSTEINER, K., und RAUBITSCHEK, H., l. c., S. 665.

2) EISLER, M. v., und PORTHEIM, L. v., l. c., S. 156–157.

3) LANDSTEINER, K., und RAUBITSCHEK, H., l. c., S. 666.
EISLER, M. v., und PORTHEIM, L. v., l. c., S. 158.

4) EISLER, M. v., und PORTHEIM, L. v., l. c., S. 152.

5) WETTSTEIN, R. v., Solanaceae. ENGLER, A., und PRANTL, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien. IV, 3b, S. 4.

6) WETTSTEIN, R. v., l. c., S. 27.

den von HAAGE & SCHMIDT gelieferten Samen gab nur der Extrakt aus gelblichen Samen eine deutliche Reaktion mit Kaninchenblut; Versuche mit Auszügen aus schwärzlichen Samen verliefen resultatlos. Das Aussehen der Samen der verschiedenen *Datura*-Arten[1]) gestattet bis zu einem gewissen Grade einen Schluß auf die Fähigkeit der Auszüge Blut zu agglutinieren.

Zu unseren früheren Mitteilungen ist noch nachzutragen, daß der Extrakt von *Datura Stramonium*-Samen seine Wirksamkeit durch Kochen verliert.

Die Untersuchung auf Haemagglutinine erfolgte in folgender Weise: Die Samen wurden in 0,85proz. Kochsalzlösung zerrieben, der Extrakt (1- oder 5proz.) wurde filtriert und das Filtrat zu einer 5proz. Aufschwemmung verschiedener, gewaschener und ungewaschener Blutarten in einer 0,85proz. Kochsalzlösung zugesetzt. Dieselbe Methode wurde auch bei den nun zu besprechenden Versuchen angewendet.

Diese Versuche hatten den Zweck, über die Verteilung der agglutinierenden Substanz in der Pflanze Aufschluß zu geben, ferner sollte geprüft werden, wann dieser Stoff in den Samen auftritt und schließlich sollte die Frage beantwortet werden, ob sich das Haemagglutinin während der Keimung verändert.

Zuerst wurden die vegetativen Teile von Pflanzen, deren Samen Haemagglutinine enthalten, untersucht. Extrakte von Blättern, Stengeln und Wurzeln einer älteren Pflanze, deren Kapseln bereits aufgesprungen waren, und von Blättern und Stengeln eines jüngeren Triebes von *Datura ferox* ließen Kaninchenblut unverändert. Das gleiche war der Fall bei Auszügen von Blättern und Stengeln der Feuerbohne. (*Phaseolus multiflorus.*)

Ein 1proz. Extrakt aus Blütenknospen von *Phaseolus vulgaris*, die kurz vor der Anthese abgenommen worden waren, blieb nach Zusatz von 0,5 und 1 ccm des Extraktes zu einer 5proz. Kaninchenblutaufschwemmung, selbst nach 6—7 Stunden wirkungslos.

Ein Auszug aus dem saftigen grünen Perikarp von *Phaseolus multiflorus* war ebenso wie Auszüge des Perikarps und der Scheidewände und Plazenten von Früchten von *Datura ferox*, deren braune Samen deutlich agglutinierende Stoffe enthielten, auf Blut von Kaninchen unwirksam. Dieses Resultat konnte für das Perikarp

1) BERNHARDI, Über die Arten der Gattung *Datura*. Literaturbericht zur Linnaea. 1833, S. 115. Diese Arbeit enthält Beschreibungen der Datureen-Samen. Das verschiedene Aussehen der Samen gestattet eine Einteilung der Gattung *Datura* in vier Abteilungen, welche sich auch in der Bildung und Stellung anderer Organe unterscheiden.

von *Datura laevis* bestätigt werden, nicht aber für die Scheidewände und Plazenten, deren Extrakt Blutkörperchen zusammenklumpte. Ein mit letzterem Befunde übereinstimmendes Ergebnis wurde bei Pflanzen erzielt, bei denen zwei Arten aufeinandergepfropft worden waren und zwar bei *Datura gigantea* auf *Datura Stramonium* und *Datura Leichhardtii* auf *Datura gigantea*. Extrakte des Fruchtbodens und des Perikarps der Kapseln waren ohne Wirkung, bei den Scheidewänden und Plazenten war, je nachdem ob der apikale oder basale Teil dieser Organe untersucht wurde, ein Unterschied wahrzunehmen. Extrakte der oberen Teile der Scheidewände und Plazenten wirkten, wenn auch mitunter nur schwach, agglutinierend. Auszüge der unteren Teile dieser Organe agglutinierten Kaninchenblut nur schwach, auf jeden Fall schwächer als die Auszüge der oberen Teile, oder sie waren unwirksam.

Was nun die Samen betrifft, so zeigten Versuche mit Samen von *Phaseolus vulgaris* und *Phaseolus multiflorus* in verschiedenen Entwicklungsstadien folgendes:

Phaseolus vulgaris:	Wirkung nach Zusatz von:	
Samen grün ca. 5 mm lang, 4 mm breit, Fruchtschale grün, fleischig	1,0 ccm des Extraktes zu Kaninchenblut	0 [1]
dto.	0,5 „ „ „ „ „	0
Phaseolus multiflorus		
Samen reif, Fruchtschale strohig, gelb	0,05 „ „ „ „ „	+
dto.	0,1 „ „ „ „ „	+
dto.	0,02 „ „ „ „ „	+
Samen, rosa mit blauen Flecken, ca. 3 cm lang, 1½ cm breit, Fruchtschale saftig, grün .	0,2 „ „ „ „ „	+
Samen rosa mit gelblichem Ton, am Nabel ein breiter roter Streifen. Die Samen waren ca. 1,2 cm lang, 0,9 cm breit	0,5 „ „ „ „ „	0
Samen grünlich, am Nabel ein ganz schwacher rötlicher Streifen	0,5 „ „ „ „ „	0
Samen grünlich, am Nabel keine oder nur eine ganz schwache Färbung. Die Früchte sind ca. 1,9—3,2 cm lang und ca. 0,5 cm breit	0,5 „ „ „ „ „	0

1) + zeigt an, daß Zusatz des Extraktes zum Kaninchenblut Agglutination zur Folge hatte. 0 zeigt an, daß Zusatz des Extraktes zum Kaninchenblut dieses unverändert ließ.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Samenanlagen und die Samen in jüngeren Entwicklungsstadien keine Haemagglutinine enthalten, diese treten erst später auf. Versuche mit Samen von *Datura ferox*, *D. laevis* und *D. Leichhardtii* auf *D. gigantea* gestatten wohl dieselben Schlüsse, was das erste Auftreten der Haemagglutinine in den Samen betrifft, aber so einwandfrei wie bei *Phaseolus* sind die Untersuchungsergebnisse nicht.

Wir gingen nun daran, die einzelnen Teile der Samen auf ihren Gehalt an agglutinierenden Substanzen zu prüfen und konnten in der Caruncula von *Ricinus communis* wirksame Stoffe feststellen. In der Testa der reifen Samen von *Phaseolus multiflorus* und *Ricinus communis* waren keine Agglutinine nachweisbar, wohl aber in der Innentesta von *Ricinus*, doch ist es immerhin möglich, daß in dem letzteren Falle der Innentesta anhaftende Endospermpartikelchen das Ergebnis beeinflußten, ein sicheres Resultat konnte leider nicht erzielt werden. Aus den Versuchen mit der Testa von *Datura Stramonium* konnte auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Agglutininen nicht mit Bestimmtheit geschlossen werden, doch lehrten gleich zu erwähnende Untersuchungen mit gekeimten *Datura*-Samen, daß wohl im Endosperm der Hauptsitz der Agglutinine zu suchen sei.

Eine intensive Wirkung auf Kaninchenblut hatte der Extrakt des Endosperms von *Ricinis communis*. Das Verhalten des Endospermauszuges von *Datura Stramonium* Blut gegenüber konnte nur auf indirektem Wege konstatiert werden. Keimlingen des Stechapfels, bei denen Hypokotyle und Würzelchen schon hervorgetreten waren, wurden diese Organe abgeschnitten. Der zurückgebliebene Rest: Testa, Endosperm, Kotyledonen und Endknospe wurden mit physiologischer Kochsalzlösung zerrieben, das Filtrat agglutinierte eine Kaninchenblutaufschwemmung. Je stärker die Reservestoffe des Endosperms der verwendeten Keimlinge verbraucht waren, desto schwächer war die Wirkung des Extraktes aus Testa plus Endosperm. Wurde bei solchen Keimlingen das Pflänzchen mit den Kotyledonen vorsichtig aus der Testa herausgezogen, so blieb das Blut nach Zusatz des Auszuges des Keimlings unverändert. Die Keimlinge, also auch die Kotyledonen, enthielten kein Agglutinin, dasselbe war wohl hauptsächlich im Endosperm, vielleicht auch in geringerer Quantität in der Testa enthalten.

Unwirksam waren auch stets, was die Haemagglutination betrifft, Auszüge aus den Kotyledonen von *Ricinus*, welche aus dem Endosperm gekeimter Pflänzchen herauspräpariert wurden, hin-

gegen war hier eine andere Erscheinung zu beobachten, bei allen Versuchen trat partielle Haemolyse auf.

Starke Verklumpung des Kaninchenblutes wurde durch Extrakte aus den Kotyledonen reifer Samen von *Phaseolus multiflorus* hervorgerufen. Das Agglutinin scheint in den Keimblättern gleichmäßig verteilt zu sein, denn die Wirkung war die gleiche, wenn der gegen die Spitze gelegene Teil, der mittlere oder der basale Teil der Kotyledonen zu den Versuchen verwendet wurde.

Die Frage, ob Embryonen (Plumula und Radikula) von *Ricinus communis* und *Phaseolus multiflorus* Agglutinine enthalten, konnte trotz aller Bemühungen nicht mit Sicherheit beantwortet werden, da eine vollständige Säuberung der Objekte von Resten des Endosperms oder der Kotyledonen unmöglich war. Es hat den Anschein, daß die Embryonen der reifen Samen von *Ricinus*, der Feuerbohne und wohl auch des Stechapfels keine Agglutinine enthalten, sollte dies doch der Fall sein, so sind diese Substanzen nur in geringen Mengen vorhanden.

Die bisher mitgeteilten Befunde und Versuchsergebnisse gestatten den Schluß, daß das Auftreten der agglutinierenden Stoffe in Samen mit einem gewissen Entwicklungszustand der Samen zusammenhängt, und daß sich diese Substanzen hauptsächlich in den Organen der Samen, in denen eine Anhäufung von Reservestoffen stattfindet, also im Endosperm oder in den Kotyledonen, in größerer Menge vorfinden.

Der Gedanke, daß ein Zusammenhang zwischen Reservestoffen und agglutinierenden Substanzen bestehe, lag nach diesen Resultaten nahe, und unsere Aufgabe bestand nun darin, zu untersuchen, was mit den Agglutininen während der Keimung geschieht, ob sie mit den Reservestoffen verschwinden, oder ob sie in den Reservestoffbehältern zurückbleiben.

Zu diesem Behufe wurden die Samen der Versuchspflanzen in Hochquellwasser gequollen und in mit Fließpapier ausgekleideten Keimschalen aufgelegt. Das Fließpapier wurde mit Leitungswasser feucht gehalten. Die Keimung erfolgte zuerst im Dunkeln, später, als die Keimlinge größere Längen erreicht hatten, meist im Licht. Auch in Töpfen kultivierte Pflanzen wurden zu den Versuchen herangezogen.

Die Ergebnisse der Versuche mit Embryonen von *Phaseolus*-Samen, welche ein bis drei Tage in den Keimschalen gelegen hatten, stützten die oben ausgesprochene Ansicht, daß die Embryonen der reifen Samen wohl keine Agglutinine enthalten dürften. Hier und

bei Embryonen von *Ricinus*-Samen, welche 24 Stunden im Wasser verblieben waren, war es möglich, eine vollständigere Lostrennung des Embryos von den Kotyledonen resp. vom Endosperm zu bewerkstelligen als bei trockenen Samen. Mit den Extrakten dieser Embryonen konnte nur in einigen Fällen eine ganz schwache Agglutination des Kaninchenblutes erzielt werden. Es wäre aber immerhin nicht ausgeschlossen, daß die im Embryo eventuell enthaltenen Agglutinine mit der fortschreitenden Entwicklung des Keimlings verschwinden. Embryoauszüge von *Phaseolus*-Samen, welche nach einem Tag aus der Keimschale genommen wurden, wirkten auf Kaninchenblut in 6 bis 7 Stunden äußerst schwach, wenn ein Kubikzentimeter des Extraktes verwendet wurde; in späteren Entwicklungsstadien war in den Keimlingen überhaupt keine Spur der wirksamen Substanz nachweisbar. Bei *Datura*-Keimlingen, die von der Testa befreit werden konnten, oder dieselbe bereits abgeworfen hatten, verlief die Untersuchung auf Haemagglutinine auch negativ. In Kotyledonen von *Ricinus*-Keimlingen in verschiedenem Alter, welche im Licht oder im Dunkeln kultiviert worden waren, wurden keine Haemagglutinine beobachtet, die Auszüge der Kotyledonen wirkten aber haemolytisch.

Über das Verhalten der Agglutinine in den Keimblättern von *Phaseolus multiflorus* während der Keimung gibt die nachstehende Tabelle Aufschluß. (S. S. 428—429.)

Mit dem Fortschreiten der Keimung geht das Verschwinden der Haemagglutinine aus den Kotyledonen Hand in Hand. Je stärker die Reservestoffe verbraucht sind, desto weniger wirksam sind die Extrakte aus den Keimblättern auf Blut. Es kommen auch Fälle vor, wo Auszüge aus Kotyledonen älterer Keimlinge noch agglutinieren, es handelt sich aber da, wie eine Durchsicht der Tabelle ergibt, um individuelle Schwankungen.

Bei *Ricinus communis* verlieren die Auszüge aus dem Endosperm die Fähigkeit, Kaninchenblut zusammenzuballen in dem Maße, als die Reservesubstanzen aufgebraucht werden. Die gleiche Erscheinung tritt bei *Datura Stramonium* ein, wie aus dem folgenden Versuche hervorgeht.

Samen, welche nach 3 Tagen aus der Keimschale herausgenommen wurden.

Von dem Extrakt dieser Samen wurden zu 0.5 ccm einer 5proz. Kaninchenblutaufschwemmung

0,5 ccm zugesetzt: Die Agglutination trat sofort ein.
0,1 „ „ „ „ „ nach ca. 2 Minuten ein.
0.05 „ „ „ „ begann nach 3 Minuten.

5—7 Tage alte Keimlinge. Die Würzelchen waren 5 mm lang, die Kotyledonen waren von der Testa bedekt.

Menge des verwendeten Extraktes:	Reaktion:
1,0 ccm	nach 20 Min. schon starke Agglutination
0,5 „	„ 20 „ „ „ „

8 Tage alte Keimlinge.

Keimlinge, welche aus der Testa hervorgezogen wurden oder diese abgeworfen hatten:

Menge des verwendeten Extraktes:	Reaktion:
1,0 ccm	nach $^3/_4$ Stunden 0
0,5 „	„ $^3/_4$ „ 0

Testa mit Endosperm und Kotyledonen; Hypokotyl und Würzelchen wurden abgeschnitten:

Menge des verwendeten Extraktes:	Reaktion:
1,0 ccm	nach $^3/_4$ Stunden schon starke Agglutination
0,5 „	„ $^3/_4$ „ „ „ „
0,2 „	„ 10 Minuten noch unbestimmt
0,2 „	„ ca. 6—7 Stunden starke Agglutination
0,1 „	„ ca. 6—7 „ schwache „

14 Tage alte Keimlinge.

Keimlinge, welche aus der Testa hervorgezogen wurden, oder diese abgeworfen hatten:

Menge des verwendeten Extraktes:	Reaktion:
1,0 ccm	nach $1^1/_4$ Stunden 0
0,5 „	„ $1^1/_4$ „ 0

Kotylodonen dieser Keimlinge:

Menge des verwendeten Extraktes:	Reaktion:
1,0 ccm	nach $1^1/_4$ Stunden 0
0,5 „	„ $1^1/_4$ „ 0

Testa (Endosperm) dieser Keimlinge:

Menge des verwendeten Extraktes:	Reaktion:
1,0 ccm	nach 1 Stunde 0
0,5 „	„ 1 „ 0

Das zeitliche Zusammenfallen des Verschwindens der Haemagglutinine aus den Kotyledonen oder aus dem Endosperm mit dem Verbrauch der Reservestoffe während der Entwickelung der Keimlinge spricht dafür, daß diese

(Forts. S. 430.)

	2			4		5		6		7		8		10	
												Die Reaktion tritt ein, wenn die			
												Tagen den Keimschalen oder			
Datum	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutinatinn	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm
26. X. 10.	+	sofort [1]	0,2					+ vor 2 Std.	0,5				0	vor 2 Std.	0,5	0	ca. 2 Std.	0,5
								+ vor 2 Std.	0,2				+ Spur	6—7 Stund.	0,5			
29. X.	+	sofort	0,2	+	sofort	0,5							+ Spur	ca 1 Std.	0,5	?	1½ Stund.	0,5
				+	sofort	0,2							schw. +	6—7 Stund.	0,5	+ schw.	6—7 Stund.	0,5
2. XI.																+	5 Min.	0,5
																+	5 Min.	0,5
26. XI.													+	sofort	0,4			
													+	1 Min.	0,2			
14. XII.							+	sof.	1,0		+ 20 Min.	1,0				0	ca ¾ Std.	1,0
							Beginn +	1 Min.	0,5		? 20 Min.	0,5				schwach +	6—7 Std.	1,0
											+ 6—7Std.	0,5				0 schwach +	ca. ¾ Std. 6—7Std.	0,5 0,5
17 XII.	+	sofort	0,2										+	7 Min.	1,0			
	+	3 Min.	0,1										+	7 Min	0,5			

[1] + zeigt an, daß der zugesetzte Extrakt Kaninchenblut agglutinierte, 0 zeigt an, daß der zugesetzte

Keimlinge resp. Pflanzen nach

13			14		16		17		19		20		21		25	
Versuchsgefäßen entnommen wurden																
Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm	Agglutination	nach	Menge des Extraktes in ccm
			0	2 Std.	0,5								0	ca. 1 Std.	0,5					
			0	6—7 Std.	0,5								+	6—7 Stnnd.	0,5					
													+	ca. 2 Std.	0,5					
+	knrzer Zeit	0,5				0	2 Std.	0,5										0	ca. 2 Std.	0,5
0	1 Std.	0,5				0	6—7 Std.	0,5										0	6—7 Std.	0,5
0	6—7 Std.	0,5																		
												0	1 Std	0,5						
												0	1 Std.	0,5						
									0	1 Std.	1.0									
									0	1 Std.	0,5									
									0	1 Std.	1,0									
									0	1 Std	0,5									
0 schwach +	30 Min 6—7 Std.	1,0 1,0																		
0 schwach +	30 Min 6—7Std	0,5 0,5																		
0	40 Min	1,0																		
0	6—7Std	1,0																		
0	40 Min	0,5																		
0	6—7Std	0,5																		
0	45 Min	1,0																		
0	45 Min	0,5																		
0	6—7Std	1.0																		
0	6—7Std.	0,5																		
0	40 Min	1,0					0	40Min.	1,0											
0	6—7Std	1,0					0	40Min.	0,5											
0 schw. + + + + schw. +	40 Min	0,5																		
0	6—7Std	0,5																		
0	17 Min.	1,0																		
0	40 Min.	0,5																		
0	20-25 „	1,0																		
0	20-25 „	0,5																		
schw. +	6—7Std	0,5																		

Extrakt das Kaninchenblut nicht veränderte.

Substanzen, welche wohl eiweißartiger Natur sind, zu den Reservestoffen gehören dürften. Vielleicht handelt es sich aber um Begleitstoffe der Reservesubstanzen, welche während der Synthese derselben entstehen und während des Abbaues verschwinden.

Wir sind uns bewußt, daß wir durch diese vorläufigen Untersuchungen noch keinen tieferen Einblick in die Natur der pflanzlichen Haemagglutinine erlangt haben, doch ist es wenigstens gelungen, bei einigen Pflanzen zu zeigen, wo diese Körper im Samen lokalisiert sind, wann sie auftreten und wann sie verschwinden. Ein Resultat, das es vielleicht ermöglichen wird, die Erforschung dieser Haemagglutinine zu erleichtern.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß in Angaben über Ricin die haemagglutinierende und haemolysierende Eigenschaft dieser Substanz erwähnt wird. Nach unseren Beobachtungen scheinen sich die haemagglutinierenden Stoffe im Endosperm, die haemolysierenden in den Kotyledonen zu befinden. Es soll die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, festzustellen, ob es sich beim Ricin nicht vielleicht um ein durch die Herstellung gewonnenes Gemenge dieser beiden nahe verwandten Substanzen handelt, oder ob nicht andere Beziehungen zwischen dem Haemagglutinin des Endosperms und dem Haemolysin der Kotyledonen bestehen.

54. J. Modilewski: Über die anomale Embryosackentwicklung bei Euphorbia palustris L. und anderen Euphorbiaceen.

(Mit Taf. XV.)

(Eingegangen am 18. Juli 1911.)

Die isolierte Stellung, welche *Euphorbia procera* wegen der Ausbildung eines Archespors und eines sechzehnkernigen Embryosackes unter den anderen normalen *Euphorbia*-Arten einnimmt, hat mir Veranlassung zu neuen Untersuchungen auf dem Gebiete der Embryosackentwicklung gegeben (Vergl.: Zur Embryobildung von *Euph. procera*. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1909. Weitere Beiträge zur Embryobildung einiger Euphorbiaceen. Berichte d.

Deutsch. Bot. Ges. 1910). SCHMIDT schreibt in seiner Arbeit über die Euphorbiaceen (Über die Entwicklung der Blüten und Blütenstände von *Euphorbia* L. und *Diplocyathium*. Beihefte z. Bot. Centr., Bd. XXII, 1907) in dem Kapitel über *Euphorbia palustris* folgendes: „Aus der weiteren Entwicklung ist die Eigentümlichkeit hervorzuheben, daß regelmäßig in jeder Samenanlage mehrere Embryosäcke angelegt werden. Meist liegen deren zwei bei ihrer Anlage nebeneinander, doch wurden auch 3 und 4 beobachtet. Ihre Lage deutet darauf hin, daß sie getrennt aus mehreren Embryosackmutterzellen gebildet werden. Von allen angelegten Embryosäcken kommt nur einer zur vollen Ausbildung." Auf Grund dieser Beobachtung glaubte ich, daß sich möglicherweise die Analogie in der Entwicklung von *Euph. procera* und *Euph. palustris* nicht nur auf die jüngsten Stadien beschränkt, sondern daß auch die Identität in der Entwicklung der beiden Arten in den älteren Stadien festzustellen möglich sein würde. Deshalb sammelte ich im Frühling dieses Jahres *Euph. palustris* von im Freien wildwachsenden Exemplaren. Das Material wurde mit Alkohol-Eisessig fixiert und die Präparate auf verschiedene Weise gefärbt. Die ersten Präparate haben gezeigt, daß meine Vermutung nicht irrig war.

In jüngeren Samenanlagen beobachtet man bei *Euphorbia palustris* L. 5 bis 7 Embryosackmutterzellen. Während bei *Euph. procera* die Embryosackmutterzellen ziemlich regelmäßig angeordnet sind, sind sie bei *Euph. palustris* nicht so symmetrisch gelagert, d. h. einige nehmen einen höheren Teil des Nucellus in Anspruch, die anderen liegen weiter von dem Nucellusscheitel entfernt (Fig. 1,3); doch bilden sie alle eine kompakte Gruppe, weil die Zellen des Nucellus nicht zwischen sie hineinragen. Der Kern jeder Embryosackmutterzelle teilt sich zweimal. Die beiden Teilungen folgen rasch aufeinander; deshalb gelingt es sehr selten, die Embryosackmutterzellen mit den zwei ersten Kernen zu sehen (Fig. 2). Es entstehen vierkernige Embryosackmutterzellen, welche einander vollständig gleich sind. Die Kernteilung in den Embryosackmutterzellen bei *Euph. palustris*, wie bei *Euph. procera* wird von einer Zellteilung nicht begleitet. Es entstehen keine Tochterzellen. Die ersten vier Kerne in den Embryosackmutterzellen deuten auf keine Polarität hin, sie sind unregelmäßig oder kettenartig in dem engen Raume der noch kleinen Zellen gelagert (Fig. 3). Der Umstand, daß die mittleren Embryosackmutterzellen gleichzeitig zu wachsen beginnen, obwohl sich nur eine in Wirklichkeit weiter zum reifen Embryosack entwickeln wird, führt auf den ersten Stufen des Wachstums zu Unregelmäßigkeiten in der Anordnung und in

dem Umrisse der vierkernigen Zellen; endlich aber verteilen sich in einer der wachsenden Embryosackmutterzellen ihre 4 Kerne kreuzweise, und von diesem Augenblick an entwickelt sie sich anstandslos zu dem reifen Embryosack weiter (Fig. 4). Allmählich verdrängt er die übrigen Embryosakmutterzellen. Die ersten vier Kerne teilen sich in acht (Fig. 5). Die dadurch entstandenen vier kreuzweise gelagerten Kernpaare erfahren die letzte, vierte, Teilung im Embryosacke, und auf diese Weise entstehen in ihm 16 Kerne, welche in vier Gruppen angeordnet sind. Die obere Kerntetrade gibt die Anlage zu der Eizelle und zu den beiden Synergiden, die untere zu den drei Antipoden, die beiden seitlichen zu zwei Zellentriaden. Die übrigen vier Kerne, je einer in jeder Gruppe, wandern nach der Mitte des Embryosackes, wo sie vier Polkerne bilden; die letzteren lagern dicht aneinander gedrängt, ohne vor der Befruchtung zu verschmelzen (Fig. 6, 7). Nach der Befruchtung entsteht ein einziger Embryo und dabei stets aus der echten Eizelle. Beide seitlichen Gruppen verschwinden wie die Synergiden und die Antipoden mit der Entstehung des Endosperms vollständig. Das Endosperm breitet sich regelmäßig im Embryosacke aus. Ein Vergleich der Entwicklungsgeschichte des Embryosackes von *Euph. procera* mit derjenigen von *Euph. palustris* weist darauf hin, daß bei beiden Arten die Entwicklung vollständig identisch ist. Ich muß dabei nochmals hervorheben, daß bei beiden Arten keine Abstufungen oder Abweichungen in der anomalen Entwicklung vorhanden sind. Alle Samenanlagen weisen ohne irgendeine Ausnahme dieselbe Entwicklungsgeschichte auf.

Wir beobachten also bei den Euphorbiaceen einerseits eine normale Entwicklung des Embrysackes, welche, wie die Untersuchung bis jetzt gezeigt hat, den meisten Arten eigen ist, andererseits eine stark abweichende, die bei *Euph. procera* und bei *Euph. palustris* festgestellt ist. Zur Unterscheidung der beiden Typen kann man folgende drei Momente in der Entstehung des Embryosackes bei den Euphorbiaceen als wichtige auseinanderhalten. In der anomalen Reihe kann man für die Hauptzüge annehmen: 1. die Entstehung des Archespors, 2. keine Ausbildung von Tochterzellen bei der Entstehung der ersten vier Kerne in den Embryosackmutterzellen, 3. das Vorhandensein von 16 Kernen im reifen Embryosacke, als eine Folge der abermaligen Teilung der acht Kerne. In der normalen Reihe sind im Vergleiche mit der anomalen folgende Differenzen zu notieren: 1. nur eine Archesporzelle, 2. Entstehung von Tochterzellen, 3. ein typischer achtkerniger Embryosack. Es ist möglich anzunehmen, daß eine korrelative

Beziehung zwischen den Merkmalen in jeder Reihe existiert, doch ist es vielleicht besser, mit einer solchen Vermutung zu warten, bis es gelingen wird, die Entwicklungsgeschichte einiger *Euphorbia*-Arten zu verfolgen, bei denen die Merkmale der beiden Reihen gemischt zu entstehen scheinen.

So habe ich z. B. bei *Euphorbia lucida* W. K. beobachtet (den Fundort der Pflanze hat mir Herr KASANOWSKI gezeigt, auch das Material teilweise gesammelt, wofür ich ihm verbindlichsten Dank an dieser Stelle ausspreche), daß zwei oder sogar drei als gewöhnliche Erscheinung, eine Embryosackmutterzelle als seltenere Erscheinung aufzufassen sind (Fig. 8). Obwohl ich den typischen achtkernigen Embryosack, wie auch den jüngeren mit zwei ersten Kernen an seinen Polen beobachtet habe, bleibt die Frage, ob die Entwicklungsgeschichte dieser Art durchaus normal ist, noch unentschieden, weil gerade die Stadien der Tetradenteilung von mir nicht ausreichend verfolgt wurden (Fig. 9). Da ich außerdem einige Mal eine abweichende Zahl und Lage der Kerne im Embryosacke beobachtet habe, beschränke ich mich an dieser Stelle mit dieser kurzen Erwähnung, um die Entwicklungsgeschichte von *Euph. lucida* noch einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Es existiert überhaupt eine ganze Reihe von Euphorbiaceen, welche sich normal zu entwickeln scheinen, aber wegen der schwachen Abgrenzung des Embryosackes von den übrigen Zellen des Nucellus während seiner Entwicklung ist es schwer, über die Natur seiner Entstehung sich eine richtige Meinung zu bilden, insbesondere weil einige Samenanlagen hier und da nicht normale Bilder aufzuweisen scheinen. Dahin gehört außer der bereits erwähnten *Euph. lucida* *Euph. esula*, in gewissem Sinne auch *Euph. virgata*, über welche ich an dieser Stelle einige Worte sagen möchte.

Vor kurzem ist *Euph. virgata*, als ein neuer Fall derjenigen Pflanzen, welche einen sechzehnkernigen Embryosack besitzen soll, von Herrn DESSIATOFF beschrieben worden. (Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1911. Zur Entwicklung des Embryosackes von *Euphorbia virgata* W. R.). Der Verfasser gibt an, daß sich der Embryosack aus einer der vier Makrosporen entwickelt. Die Polarität der ersten zwei Kerne im Embryosacke ist auch von ihm beobachtet. Die weitere Teilung der Kerne findet nicht immer in dem Embryosacke gleichzeitig statt, so daß 6 Kerne im Embryosacke zu finden sind. Es entstehen durch vier Kernteilungen im reifen Embryosacke 16 Kerne, welche eine Anordnung derjenigen von *Euph. procera* aufweisen. Diese Mitteilung ist von gewissem Interesse, weil *Euph. virgata* die erste Pflanze mit einem sechzehnkernigen Embryo-

sacke ist, bei welcher eine Tetrade der Entstehung des Embryosackes vorausgeht.

Wie im vorigen Jahre, so habe ich auch in diesem außer vielen anderen *Euphorbia*-Arten auch *Euph. virgata* gesammelt. Meine Präparate aus dem vorjährigen Materiale zeigten mir, daß die Pflanze, als eine normale, kein besonderes Interesse für mich darstellt. Nach der Untersuchung des Herrn DESSIATOFF entschloß ich mich aber, meine früheren Beobachtungen zu erneuern. Deshalb sammelte ich in diesem Jahre von neuem das Material in der Umgebung Kiews von im Freien wildwachsenden Exemplaren und unterzog es einer genauen Beobachtung, welche meine früheren Angaben bestätigte. Bevor aber diese Tatsache näher besprochen wird, ist es notwendig, festzustellen, ob DESSIATOFF und ich mit ein und derselben Art zu tun hatten. DESSIATOFF bezeichnet in seiner Mitteilung *Euph. virgata* mit W. R. Ich konnte aber nur die folgenden drei *Euph. virgata* in den systematischen Büchern finden: 1. *E. virgata* W. u. K., welche als Untersuchungsmaterial für meine Zwecke diente, 2. *Euph. virgata* Desf. = *obtusifolia* und 3. *Euph. virgata* Noé = *lucida*. Ich glaube daher die Bezeichnung der *Euph. virgata* W. R. in der Arbeit DESSIATOFFs auf einen Korrekturfehler zurückführen zu müssen und dieselbe für die gewöhnliche *Euph. virgata* W. u. K. annehmen zu können.

In meinem Materiale von *Euph. virgata* W. u. K. konnte ich folgendes feststellen. Die junge Samenanlage enthält gewöhnlich eine, viel seltener zwei Embryosackmutterzellen (Fig. 10). Durch Teilung entstehen aus ihr drei Tochterzellen, von denen die unterste sich zum Embryosack entwickelt (Fig. 11). Zu derselben Zeit bilden die Schichtzellen mehrere Reihen über dem jungen Embryosack. Der erste Kern des Embryosackes teilt sich in zwei, welche an die Pole des Embryosackes wandern (Fig. 12). Wie wir sahen, weichen die jüngsten Stadien der Embryosackentwicklung bei *Euph. virgata* von dem allgemeinen Typus nicht ab. In demselben Sinne sind auch die Beobachtungen DESSIATOFFs von ihm dargelegt. Also bis zu diesem Stadium sind unsere Beobachtungen gleich. Aber von dem vierkernigen Stadium im Embryosacke an weist mein Material wichtige Abweichungen von demjenigen DESSIATOFFs auf. Wie ich bereits früher bei anderen *Euphorbia*-Arten bemerkte, sind die Mittelstadien der Embryosackentwicklung auch bei *Euph. virgata* nicht besonders günstig für die Untersuchung. Der Embryosack verdrängt bei seiner raschen Verlängerung die herumliegenden Zellen des Nucellus. Der Umriß des schmalen Embryosackes bleibt bei verschiedenen Färbungsmethoden

nicht scharf von den umgebenden Zellen abgegrenzt. Deshalb ist es nicht leicht festzustellen, welche Kerne wirklich zu dem Embryosacke gehören und welche zu den Zellen des Nucellus zu zählen sind. Außerdem sind die Kerne des Embryosackes bei *Euph. virgata*, wie bei einigen anderen *Euphorbia*-Arten, wenig verschieden von den vegetativen des Nucellus. Doch war es möglich, festzustellen, daß die zwei ersten polargelagerten Kerne im Embryosacke sich in vier teilen; die letzteren änderen nicht den Ort ihrer Entstehung; sie teilen sich in acht. Zwei Kernspindeln sind im mikropylaren Teile sichtbar und zwei im antipodialen Teile des Embryosackes (Fig. 13, 14). Eine abermalige Teilung der acht Kerne im Embryosacke habe ich überhaupt nicht beobachtet. Aus den acht Kernen entstehen zwei Synergiden und eine Eizelle im mikropylaren Teile des Embryosackes, drei Antipoden im entgegengesetzten Teile und zwei Polkerne, welche dicht aneinander gedrängt unter der Eizelle verbleiben ohne zu verschmelzen (Fig. 15). Der reife Embryosack mit allen seinen Bestandteilen ist im Gegensatz zu den unklaren Mittelstadien deutlich sichtbar. Also *Euph. virgata* aus meinem Materiale hat sich als eine vollständig normale Pflanze erwiesen. Es ist wahr, daß zwei- oder dreimal die Zahl und Lage der Kerne im Embryosacke von der normalen abgewichen ist. Mit Sicherheit aber in diesen einzelnen Fällen festzustellen, ob alle Kerne dem Embryosacke angehörten, war unmöglich. Die erwähnten Abweichungen erstrecken sich nur auf die Zahl und Lage der Kerne des unreifen Embryosackes. Was aber die seitlichen Zellentriaden und die vier Polkerne anbelangt, so konnte ich davon nicht die geringste Andeutung bei *Euph. virgata* aus meinem Materiale vorfinden. Es ist ausreichend, einmal die seitlichen Zellentriaden, wie die Tetrade der Polkerne bei *Euph. procera* und *Euph. palustris* gesehen zu haben, um sie niemals mit den Bildern, welche man bei *Euph. virgata* erhält, zu verwechseln. Der Embryo und das Endosperm entsteht in normaler Weise nach der Befruchtung, die Antipoden und die Synergiden verschwinden dabei.

Meine Untersuchung ergibt, wie abweichend das Material von *Euph. virgata* des Herrn DESSIATOFF ist, welches aus dem Botanischen Garten des Moskauer Landwirtschaftlichen Instituts stammt, von dem Materiale von *Euph. virgata* W. u. K., welches in verschiedenen Umgebungen Kiews in diesem Jahre und im Münchener Botanischen Garten im vorigen Jahre von mir gesammelt wurde. Deshalb wird es sehr wichtig sein, die weiteren Angaben über die jüngsten und ältesten Stadien der Entwicklung von *Euph. virgata* aus dem Materiale des Herrn DESSIATOFF abzuwarten, um dann die Embryo-

sackentwicklung von *Euph. virgata* eingehender beurteilen zu können.

Bei *Euph. lucida* fand ich folgenden Fall. In einem Fruchtknoten, in dem drei ältere unbefruchtete Samenanlagen im unteren Teile vorhanden waren, entwickelte sich in seinem oberen Teile ein anderer vollständig normaler Fruchtknoten mit drei Samenanlagen. Die letzteren enthielten einen normalen reifen Embryosack. Die Narben des inneren Fruchtknotens traten zwischen den Narben des äußeren Fruchtknotens heraus, die deshalb auseinander gerückt blieben.

Herrn Prof. NAWASCHIN, der mit gewohnter Liebenswürdigkeit mir sein Laboratorium für Ausführung dieser Arbeit zur Verfügung stellte, spreche ich an dieser Stelle meinen innigsten Dank aus.

Erklärung der Tafel XV.

Fig. 1. *Euph. palustris.* Nucellusscheitel mit Embryosackmutterzellen.
Fig. 2. *Euph. palustris.* Drei Embryosackmutterzellen; in zwei linken je zwei Kerne, in der rechten ein Kern.
Fig. 3a—b. Zwei Schnitte aus derselben Serie einer Samenanlage mit sieben vierkernigen Embryosackmutterzellen. *Euph. palustris.*
Fig. 4. *Euph. palustris.* Vierkerniger Embryosack mit einer degenerierenden Embryosackmutterzelle.
Fig. 5. *Euph. palustris.* Achtkerniger Embryosack.
Fig. 6. *Euph. palustris.* Reifer Embryosack. E — Eizelle; S — Synergiden A — Antipoden; T — Zellentriade; P — Polkerne.
Fig. 7. *Euph. palustris.* Älterer reifer Embryosack.
Fig. 8. *Euph. lucida.* Nucellusscheitel mit Embryosackmutterzellen.
Fig. 9. *Euph lucida.* Reifer Embryosack.
Fig. 10. *Euph. virgata.* Nucellusscheitel mit einer Embryosackmutterzelle
Fig. 11. *Euph. virgata.* Junger Embryosack mit zwei Schwesterzellen.
Fig. 12. *Euph. virgata.* Zweikerniger Embryosack.
Fig. 13. *Euph. virgata.* Vierkerniger Embryosack.
Fig. 14. *Euph. virgata.* Embryosack mit vier Kernen in Teilung.
Fig. 15. *Euph. virgata.* Reifer Embryosack.

55. S. Nawaschin: Über eine Art der Chromatindiminution bei Tradescantia virginica.

(Mit Tafel XVI.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 19. Juli 1911.)

Im Verlaufe meiner Kernteilungsstudien, die ich seit längerem fortsetze, habe ich auch die Differenzierungsvorgänge der Pollenkörner von *Tradescantia virginica*, wegen der ansehnlichen Größe ihrer Chromosomen sowohl, wie in Rücksicht auf die älteren Angaben über die Struktur der letzteren, in den Kreis der vergleichenden Untersuchungen genommen.

Unerwarteterweise fiel mir ein eigentümliches Verhalten des einen unter den heterotypischen Chromosomen dieser Pflanze auf, welches Verhalten ich hier als Chromatindiminution auffasse und für sich allein in der vorliegenden kurzen Notiz der Öffentlichkeit übergeben will.

Es will mir namentlich scheinen, daß der von mir beobachtete Fall dem Kreise jener ziemlich bunten Erscheinungen angehöre, die, im allgemeinen als Dimorphismus der männlichen Geschlechtszellen (bei Metazoen) bekannt, zuerst bei Arthropoden entdeckt wurden und augenblicklich noch, weil mit der Geschlechtsbestimmungsfrage in Zusammenhang gebracht, Aufsehen erregen[1]).

Es konnte natürlich nicht an Bemühungen fehlen, einer ungleichen Verteilung der Kernbestandteile, die bei Arthropoden zu Dimorphismus der Spermatiden führt, auch an pflanzlichen Objekten bei der Ausbildung der Pollentetraden auf die Spur zu kommen, wenngleich sich die betreffenden Untersuchungen hier nur ausnahmsweise, namentlich an Diöcisten, anstellen ließen. So wurden unter den letzteren *Melandrium rubrum*, *Cannabis sativa*, *Mercurialis annua*, *Bryonia dioica* von STRASBURGER in jener Hinsicht untersucht[2]), jedoch blieben seine Bemühungen, sichtbare Anknüpfungs-

1) Die Geschichte der Frage und die betreffende Literatur s. in R. GOLDSCHMIDT, Kleine Beobachtungen und Ideen zur Zellenlehre I. Arch. f. Zellforsch., Bd. VI. H. 1, 1910. V. HAECKER, Allgemeine Vererbungslehre, Braunschweig 1911. E. BAUR, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, Berlin 1911.

2) E. STRASBURGER, Über geschlechtbestimmende Ursachen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XLVIII, 1910. Dort ist die demselben Thema gewidmete

punkte in pflanzlichen Gonokonten für Geschlechtssonderung zu gewinnen, erfolglos; ungleiche Verteilung irgendwelcher Inhaltsstoffe der Pollenmutterzelle auf die Teilungsprodukte ließ sich nicht nachweisen (l. c. S. 511).

In Anbetracht dieser entschieden negativen Ergebnisse schien mir die Tatsache, daß die Pollenkörner einer hermaphroditen Pflanze — wie es im folgenden an *Tradescantia virginica* gezeigt werden soll — eine ungleiche Zahl der Chromosomen erhalten, somit gewissermaßen dimorph sind, insofern nicht belanglos zu sein, als sie zeigt, daß auch andere Gründe, eventuell Zwecke des Kerndimorphismus, als Geschlechtssonderung, gelten können.

Sollten die Grenzen dieser Beobachtung, in Rücksicht auf die Bedeutung der aufgeworfenen Frage, sich auch als sehr eng erweisen, so hoffe ich doch, daß die hier mitzuteilenden Tatsachen für sich allein einigen Wert behalten werden. Dieselben zu ergänzen, eventuell auch einer vergleichenden Prüfung zu unterwerfen, muß einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Die jungen Blütenknospen von *Tradescantia virginica*, von den Perigonblättern entblößt, wurden teils in Chrom-Osmium-Essigsäure („Mittel-FLEMMING" des Bonner Instituts), teils in Sublimat-Osmiumsäure (Sublimat in konzentrierter wässeriger Lösung 16 ccm, Osmiumsäure, 2proz., 4 ccm[1]) eingelegt. Im letzteren Falle kamen die Knospen nach 24stündiger Härtung auf 6—8 Tage in konzentrierte Sublimatlösung, dann wurden sie gründlich mit jodhaltigem Alkohol gewaschen. Als Färbungen für die in Schnitte von 7,5 μ und 10 μ Dicke zerlegten Knospen dienten Eisenhämatoxylin, und zwar für das in FLEMMINGschem Gemisch konservierte Material, und DELAFIELDsches Hämatoxylin mit darauffolgender Eosinnachfärbung (0,5proz. wässerige Lösung) für das in Sublimat konservierte. Die nach dem letzten Verfahren angefertigten Präparate erwiesen sich für meine Ziele als die vorteilhaftesten und schönsten. Es bot sich in dieser Färbung ein vorzügliches und einfaches Mittel, die Chromosomen auf verschiedenen Stadien der Kernteilung, je nach ihrem Alterszustande, in allmählichen Abstufungen von Rubinrot bis Blauviolett zu nüancieren, wie es bekanntermaßen, doch nicht so sicher, bei FLEMMINGs Dreifachbehandlung auch gelingt. Die Chromatinfäden der Prophasen des ersten Teilungsschrittes

Arbeit von C. A. DARLING, Sex in dioecious Plants, sowohl wie die fernere Literatur erwähnt.

1) M. HEIDENHAIN, Plasma und Zelle, 1. Lief., S. 152. Jena 1907.

ließen sich nach der von mir angewandten Methode mehr oder minder tief blauviolett färben, die metaphatischen Chromosomen aber traten in prachtvollem Rubinrot hervor, welche Färbung sie bis zur Telophase zeigten, um alsdann in den Prophasen des zweiten Teilungsschrittes in allmählich zunehmendem blauvioletten Tone wieder zu erscheinen. In der Metaphase der homöotypischen Teilung gelang es mir nicht, jene Eosinfärbung so vollkommen zu erzielen; allein erwiesen sich die betreffenden Chromosomen für Hämatoxylin in so hohem Grade empfindlich, daß ich die Chromosomen der beiden Schwesterkerne nach ihrem abweichenden Farbenton allein zu unterscheiden imstande war. Der Unterschied ihrer Färbbarkeit hängt hier namentlich davon ab, daß die beiden Schwesterkerne in ihrer Teilung stets nur beinahe gleichen Schritt zu halten pflegen.

Als Ausgangspunkt für die vorliegende Untersuchung haben mir die Bilder gedient, welche die beiden Schwesterzellen kurz nach dem Ablauf der ersten Kernteilung der Pollenmutterzelle repräsentieren. Die Kerne dieser Zellen trifft man meist in den Prophasen der beginnenden homöotypischen Teilung. Die Tochterchromosomen treten sehr frühzeitig hervor, und zwischen denselben findet man stets, freilich nach aufmerksamem Suchen, ein oder einige Kernkörperchen (Fig. 10, Taf. XVI). Es kann wohl möglich sein, daß diese winzigen Körper in einigen wenigen Zellen gar nicht vorkommen, wie es MIYAKE für dieselbe Pflanze als regelmäßige Erscheinung angibt[1]). Weil ich die erwähnte Angabe jedenfalls nicht bezweifeln kann, so glaube ich die abweichende Beobachtung des vorzüglichen Forschers vielmehr aus einem Zustande der betreffenden Zellen erklären zu dürfen bzw. aus abweichenden äußeren Einflüssen, bei welchen das Untersuchungsmaterial gesammelt wurde, worüber Näheres am Ende dieser Notiz.

Die soeben ausgesprochene Vermutung scheint mir um so mehr zulässig zu sein, als MIYAKE noch das Vorkommen eines sehr ansehnlichen nucleolenartigen Körpers im Cytoplasma derselben Zellen ebenfalls nicht erwähnt. Freilich findet man keine Angaben darüber in den Schriften der anderen Verfasser, die sich mit demselben Gegenstand befaßten[2]). Dieser nucleolenartige Körper war an

1) MIYAKE, Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XLII, H. 1.

2) BARANETZKY, Die Kernteilung in den Pollenmutterzellen einiger Tradescantien. Bot. Zeitung, 1880. STRASBURGER, Über den Teilungsvorgang der Zellkerne usw., Bonn 1882. Derselbe Verfasser, Über Reduktionsteilung,

meinen Präparaten ungefähr in der Hälfte der gesamten Zellen des Pollensackes zu finden und fiel mir gleich wegen seiner Dimension auf. Auf den ersten Blick schien er mir einem extragroßen extranuclearen Kernkörperchen zu ähneln, allein es standen dem Identifizieren desselben mit dem letztgenannten Gebilde nicht nur seine ungewöhnliche Größe, sondern auch seine Struktur und sein Verhalten im Wege:

1. Der fragliche Körper läßt zuweilen bemerken, daß er gleichsam zweiteilig ist (Fig. 4 b), was natürlich nur bei günstiger Lage des Körpers hervortritt.

2. Manchmal erscheint er beinahe herzförmig bis zweilappig (Fig. 4a und $10x_2$), zuweilen mit kleinen höckerigen Vorsprüngen versehen (Fig. 3x), wobei zu bemerken ist, daß die erwähnten Besonderheiten seiner äußeren Form am deutlichsten in den Zellen hervortreten, deren Kern sich in der frühesten Prophase seiner Teilung befindet.

3. Der fragliche Körper ist in einer kleinen Vacuole eingeschlossen, was sich ebenfalls nicht in allen Fällen feststellen läßt, sondern nur bei günstiger Lage des ganzen Gebildes (Fig. 3).

4. Der fragliche Körper nimmt in der Zelle gewissermaßen eine bestimmte Stellung ein, indem er entweder in unmittelbarer Nähe des Kerns oder sogar an dessen Membran fest angeschmiegt liegt (Fig. 3, Fig. 4a).

5. Die Färbbarkeit des Körpers bleibt stets die gleiche wie die der metaphatischen Chromosomen des ersten Teilungsschrittes; er färbt sich mit Eosin tief rubinrot, während sich das echte Kernkörperchen nur ziemlich blaß rosarot färben läßt. Wird aber das Präparat mit Hämatoxylin (DELAFIELDs) etwas stärker tingiert, so bekommt der fragliche Körper gleichsam einen Anflug von Blau, was sich ebenfalls an den metaphatischen Chromosomen bemerken läßt, während das Kernkörperchen rein rosarot bleibt.

Es muß hier noch nachgetragen werden, daß der fragliche Körper nach der Vollendung der allotypischen Teilung seine Selbständigkeit noch keineswegs aufgibt; man sieht ihn wie früher im Cytoplasma einiger Tetradenzellen dicht an dem Kerne liegen (Fig. 7). Dem Aussehen nach gleicht er jetzt einem Riesennucleolus noch mehr als früher, denn er nimmt endlich stets rundliche Gestalt an, und scheint vollkommen homogen zu sein.

Nach all dem Gesagten verdient wohl der fragliche Körper

Spindelbildung usw. Jena 1900. MOTTIER, The behavior of the chromosomes in the spore mother-cells of higher plants etc., Bot. Gazette V. XXXV, 1903.

den Namen „Chromatinnucleolus", womit einstweilen jedenfalls nur so viel gesagt wird, daß dieser Körper die Fähigkeiten hat, ähnlich einem Chromosom seine Form zu ändern und sich zu färben.

Nun haben die Gebilde, welche in der Zoologie den Namen Chromatinnucleoli längst führen, bekanntlich von seiten MONTGOMERYs eine Deutung erfahren, indem er angenommen hat, daß die Chromatinnucleoli Chromosomen seien, die einer speziellen Stoffwechselfunktion angepaßt seien [1]). In Rücksicht darauf versuchte ich, den Chromatinnucleolus von *Tradescantia virginica* auf seine Herkunft zu prüfen. Es stellte sich dabei bald heraus, daß sich dieses Gebilde in der Tat von einem der Reduktionschromosomen ableitet, und der ganze Umbildungsvorgang des letzteren in den nucleolenartigen Körper ließ sich leicht auf die längst bekannten „unregelmäßigen Teilungsvorgänge" zurückführen, die bei *Hemerocallis fulva* von STRASBURGER [2]) und TANGL [3]) zuerst entdeckt, dann aber von JUEL [4]) eingehend studiert wurden. Ein Vergleich meiner Bilder (Fig. 12, b, c, Fig. 11 und Fig. 5) mit den betreffenden Figuren aus JUELs Arbeit (Taf. VI, Fig. 6, Taf. VII, Fig. 10) stellt das Gesagte außer Zweifel.

Ich lasse daher die Beschreibung des Tatbestandes, wie sie JUEL gibt, hier folgen:

„Die Umlagerung der gespaltenen Chromosomen geschieht oft nicht regelrecht, einige können etwas nachbleiben, ohne daß es sich entscheiden läßt, ob dieselben im Äquator stecken bleiben oder an die Pole gelangen werden [5]) (vgl. Fig. 6 der JUELschen Arbeit mit unserer Fig. 12e)."

„Ebenso häufig . . . ist ein anderer „Fall", welcher dadurch zustande kommt, daß die beiden Hälften eines Chromosoms zwar voneinander getrennt werden und die Wanderung gegen die Pole beginnen, aber doch in einiger Entfernung vom Äquator stehen bleiben, ohne die Pole zu erreichen" [6]) (Fig. 10 JUELs und unsere Fig. 5 und 11).

---

1) Vgl. GOLDSCHMIDT, l. c. S. 22.

2) STRASBURGER, Über den Teilungsvorgang der Zellkerne usw. Bonn. 1882.

3) TANGL, Die Kern- und Zellteilung bei der Bildung des Pollens von *Hemerocallis fulva* L. Denkschr. d. K. Ak. d. Wiss., Bd. XLV. Wien 1882.

4) JUEL, Die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva* und die bei denselben auftretenden Unregelmäßigkeiten. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXX, 1897.

5) JUEL, l. c., S. 214.

6) JUEL, l. c., S. 215.

Das fernere Verhalten der nachgebliebenen Chromosomen bei *Hemerocallis* und *Tradescantia* ist jedoch verschieden. Während das bei der ersteren Pflanze dem Teilungsvorgange nachhinkende Chromosom später einen kleinen Kern bildet[1]), der durch zwei besondere Zellplatten gegen die beiden größeren Tochterkerne abgegrenzt wird, schließen sich solche Chromatinteile bei der letzteren Pflanze in eine Vacuole ein und verwandeln sich, wie es bereits auseinandergesetzt wurde, in den homogenen Chromatinnucleolus um, ohne irgend welche fernere Aktivität oder Einfluß auf das Cytoplasma auszuüben. Während sich ferner die betreffenden Chromosomen von *Hemerocallis* in ihren Umwandlungen den übrigen normalen Chromosomen gleich verhalten, indem sie sich ähnlich den letzteren färben lassen (wenngleich von JUEL direkt nicht angegeben, so doch mit großer Wahrscheinlichkeit zu vermuten), zeichnet sich das in den Chromatinnucleolus umgebildete Chromosom von *Tradescantia* dadurch aus, daß es die Fähigkeit verliert, sich mit Hämatoxylin zu färben.

Der Unterschied zwischen den sonst homologen Chromatingebilden von *Hemerocallis* und *Tradescantia* findet, wie es mir scheint, am einfachsten in der Annahme seine Erklärung, daß das abweichend von den Geschwistern sich verhaltende Chromosom von *Tradescantia* seine spezielle Funktionsfähigkeit vollkommen einbüßt; die betreffenden Chromatingebilde von *Hemerocallis* behalten dagegen „die Eigenschaften des ganzen Kernfadens" — wie es mit Recht von STRASBURGER[2]) aus dem Verhalten jener Gebilde vor Jahren gefolgert wurde —, indem sie einen selbständigen kleineren Kern bilden und eine gewisse formative Wirkung auf das Cytoplasma ausüben.

Ob dem Chromatinnucleolus von *Tradescantia* eine Rolle im Haushalte der sich weiter zum Pollenkorn differenzierenden Zelle, abgesehen von der Rolle jeglicher Trophoplasmaeinschlüsse, zuzuschreiben sei, muß zurzeit dahingestellt bleiben. Ich möchte jedoch an dieser Stelle die bemerkenswerte Tatsache hervorheben, daß die ehemaligen „Chromatinnucleoli" gewisser tierischen Zellen, zunächst als „akzessorische Chromosomen" aufgefaßt, die die Geschlechtsbestimmung unmittelbar regulieren sollen, neulich

---

1) SUTTON und BRUNELLI beobachteten bei *Brachystola* bzw. *Gryllus* „einen besonders hübschen Fall, wo zwischen den beiden Reifeteilungen ein Ruhestadium vorhanden ist, in dem das akzessorische Chromosom einen besonderen kleinen Kern bildet". Zitiert nach GOLDSCHMIDT, l. c., S. 24.

2) Zitiert nach der erwähnten JUELschen Arbeit, S. 212.

als „Trophochromosomen“ den idiochromatischen Gebilden gegenübergestellt wurden[1]).

Nun drängte mich der Wunsch ganz besonders dahin, die sichtbaren, unmittelbaren, morphologischen Folgen der beschriebenen Rückbildung (Umbildung) des fraglichen Chromosoms an den Tag zu legen.

Im Vorangehenden wurde bereits gezeigt, daß in der Anaphase des ersten Teilungsschrittes zwei Tochterchromosomen, je eins zu beiden Seiten des Äquators in einiger Entfernung von ihm liegen bleiben und somit den beiden Tochterzellen als Chromatinnucleolen anheimfallen. Solche Fälle sind in unseren Figuren 9 und 10 abgebildet. Anders erfolgte offenbar die Bildung der beiden Schwesterzellen, welche unsere Figur 3 repräsentiert; nur in der einen Zelle ist der Chromatinnucleolus vorhanden, sowie auch im Falle der Figur 7, der sich leicht vom vorigen ableiten läßt. Da namentlich der Chromatinnucleolus bei der homöotypischen Teilung ungeteilt bleibt, fällt er nur der einen Zelle der Tetrade zu. In welcher Weise die „unsymmetrischen“ Tetraden zustandekommen, ist ohne weiteres aus den Figuren 1 und 2 klar.

Es lag nahe, zu fragen, ob die Abgabe eines Quantums Chromatin ins Plasma bzw. Ausscheidung des Chromatinnucleolus eine entsprechende Verminderung der Chromosomenzahl zur Folge habe. Dies mußte von vornherein vom Boden der Chromosomentheorie aus bejahend beantwortet werden, und in der Tat ließ es sich in erwarteter Weise feststellen. Es ist mir gelungen, einige Schwesterzellenpaare zu finden, deren Kerne Äquatorialplatten in günstiger Lage zeigten. Ein solches Zellenpaar ist in Fig. 6a abgebildet, während Fig. 6b den anderen Teil desselben Zellenpaares, vom nächstfolgenden Serienschnitte getroffen, darstellt: darin lag der Chromatinnucleolus der betreffenden Zelle (Fig. 6b, x). Man sieht, daß die Zelle links nebst 11 Chromosomen (richtiger gesagt 11 Doppelchromosomen oder Chromosomenpaare) auch einen Chromatinnucleolus besitzt, während sich die Zelle rechts den kompletten 12chromosomigen Satz zugeeignet hat.

An dieser Stelle möchte ich bemerken, daß die nach der Hämatoxylin-Eosinmethode tingierten Sublimatpräparate dermaßen deutliche und transparente Bilder geben, daß kein Fehler in unserem Falle bei der Feststellung der Chromosomenzahl denkbar ist; jedes

1) Goldschmidt, l. c., S. 26. Das besondere Wesen der Trophochromosomen wurde neulich besonders durch Wassilieffs und Buchners Untersuchungen darin begründet, daß sie bezüglich der Abgabe des Chromatins ins Plasma gegenüber den übrigen Chromosomen außerordentlich wirksam sind.

Glied der ungemein regelmäßigen Äquatorialplatte (vgl. Seitenansichten an den Figuren 8 und 9) läßt sich mit Hilfe der Mikrometerschraube gleichsam betasten, was namentlich an den undurchsichtigen Eisenhämatoxylinpräparaten nicht der Fall ist.

Der Fall, welchen unsere Figur 6 wiedergibt, kommt recht oft vor und verdient daher eine Analyse. Es liegt auf der Hand, daß die betreffende Verteilung der Chromosomen: 12 Chr. | 11 Chr. + x durch Eliminieren des einen univalenten Chromosoms der ersten Teilung stattfinden muß; sollte dagegen das eine bivalente Glied als ganzes eliminiert worden sein, so würde die Verteilung nach der Formel 11 Chr. | 11 Chr. + (xx) geschehen, was auch zuweilen einzutreffen scheint (vgl. die beiden Telophasen der ersten Teilung Fig. 11 und 12). Aus der obigen Formel 12 Chr. | 11 Chr. + x ergibt sich, daß die betreffende Tetrade, die aus der vollzogenen homöotypischen Teilung bzw. Verdoppelung der Chromosomen resultiert, von der Formel

$$\frac{12\ \text{Chr.}}{12\ \text{Chr.}} \quad \frac{11\ \text{Chr.} + x}{11\ \text{Chr.}}$$

sein muß, welche eben besagt, daß dabei dreierlei Zellen gebildet werden, namentlich wenn man den Chromatinnucleolus gleichfalls als ein unterscheidendes Moment gelten läßt.

Es war von vornherein zu erwarten, daß die symmetrische Verteilung der Kernbestandteile inkl. Chromatinnucleolus eine weit einfachere Kombination darbieten muß. Der Fall ist in unseren Figuren 9 und 10 dargestellt; die beiden Schwesterzellen bzw. Kerne sind gleich und durch das Eliminieren je eines univalenten Teilungsgliedes entstanden, also die beiden vom Typus 11 Chr. + x. Die künftige Tetrade muß der folgenden symmetrischen Formel entsprechen:

$$\frac{11\ \text{Chr.} + x}{11\ \text{Chr.}} \quad \frac{11\ \text{Chr.} + x}{11\ \text{Chr.}}$$

welche besagt, daß auf diese Weise dimorphe Pollenkörner gebildet werden, die zur Hälfte vom Typus 11 Chr. + x, zur Hälfte vom Typus 11 Chr. sind.

Ich bin durchaus nicht der Meinung, daß alle diese auf mannigfaltige Art und Weise sich bildenden Pollenkörner bezüglich der Funktion den typischen gleichen, d. h. zur Bildung befruchtungsfähiger Spermakerne dienen können. Die Unbeständigkeit des besprochenen Vorganges ließ namentlich vermuten, daß hier vielleicht

ungünstige äußere Einflüsse im Spiele wären, die die Teilungsvorgänge unregelmäßig machten, dieselben beeinträchtigten oder sogar zum Teil hemmten. Das zur vorliegenden Untersuchung benutzte Material wurde in der Tat bei der kalten und trüben Witterung gesammelt, die im Juni dieses Jahres herrschte. Allein das Beispiel von *Hemerocallis* lehrt uns, daß die Unregelmäßigkeiten der Teilungsvorgänge in den Pollenmutterzellen Jahr für Jahr wiederkehren, was jedenfalls schwerlich auf ungünstige Witterungsverhältnisse zurückzuführen ist.

Ob dieselben Teilungsunregelmäßigkeiten in den betreffenden Zellen des weiblichen Organs von *Tradescantia* gleichfalls vorkommen, mag vorderhand dahingestellt sein. Allerdings kann die Bildung der normalen, die volle Chromosomenzahl führenden Eizellen nicht in Zweifel gezogen werden. Wie sollen sich nun die minderwertigen (bezüglich der Chromosomenzahl) männlichen Gameten gegen die normalen Eizellen bei ihrem Zusammentreffen verhalten? Oder ist von vornherein dieses Zusammentreffen bzw. die Bildung der „heterozygoten" Keimzellen zurückzuweisen? Dies sind die Fragen, die viel leichter zu stellen, als genau zu beantworten sind. Indes verlieren sie wenigstens das Befremdende, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Bildung der atypischen Pollenkörner bei unserer Pflanze ja offenbar ein Gegenstück zum Differenzierungsvorgang der dimorphen Spermatiden von Arthropoden bietet, und daß vielleicht der Chromatinnucleolus hier, dem akzessorischen Chromosom dort, wenn nicht identisch, so doch gewissermaßen ähnlich ist. Bekanntlich aber erzeugen jene Spermatiden, die ein Chromosom weniger, als es im Ei vorhanden ist, besitzen, die Spermien, die in gleichem Maße wie die von den vollchromosomigen Spermatiden stammenden, zur Befruchtung des Eies fähig sind. Es mag hier noch auf die cytologisch untersuchten Fälle der Pflanzenbastardierung hingewiesen werden, in erster Linie auf den berühmten ROSENBERGschen *Drosera*-Bastard, bei dessen Erzeugung die augenfällig verschiedenwertigen Gameten beteiligt sind. Mit den Reduktionserscheinungen der *Drosera*-Bastarde stimmen vollständig die Reduktionsteilungen der Hybriden *Oenothera gigas* × *O. Lamarckiana* und *O. Lamarckiana* × *O. gigas* überein[1]). Indem die erste Pflanze in den Sexualzellen 14 Chromosomen führt, besitzt *O. Lamarckiana* deren bekanntlich 7. Wie HUGO DE VRIES zuerst angegeben[2]), bildet *O. gigas* × *O. La-*

1) GEERTS, Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*. Diese Berichte, 1911, H. 3, S. 164.

2) HUGO DE VRIES, Diese Berichte, 1908, H. 10, S. 754.

marckiana eine konstante Rasse. Nach GEERTS' Angaben sind in den Äquatorialplatten der erwähnten Bastarde 21 Chromosomen zu zählen, die in den somatischen Mitosen ganz regelmäßig verteilt werden; in der Reduktionsteilung dagegen tritt eine Chromatindiminution auf, indem „zu den 4 Polen immer 7 deutliche Chromosomen und oft eine Zahl unregelmäßiger Chromosomen oder Chromatinstückchen gehen“ [1]). Beiläufig bemerkt, bildet die Chromatindiminution bei diesem Bastarde ein fast genaues Gegenstück zur Bildung des Chromatinnucleolus von *Tradescantia* bzw. der kleineren Kerne von *Hemerocallis*.

Es steht also dem Anschein nach der Annahme nichts im Wege, daß allerlei Pollenzellen, deren Bildung wir in den Antheren von *Tradescantia* verfolgten, die normalen generativen Zellen bzw. befruchtungsfähige Spermakerne zu erzeugen imstande sind. Dies vorausgesetzt, versuchen wir die etwaigen Resultate der Kombinationen der sämtlichen Arten von männlichen und weiblichen Gameten darzustellen.

Nehmen wir an, es bilden sich nach der vollzogenen Reduktionsteilung dreierlei Pollenkörner und zwar vom Typus 12 Chr., vom Typus 11 Chr. und vom Typus 11 Chr. + x, wo x, wie in obiger Darstellung, Chromatinnucleolus bedeuten soll. Einfachheitshalber wollen wir voraussetzen, daß x keinen Anteil an den künftigen Vorgängen nehmen wird (was mir auch vorderhand das Wahrscheinlichste zu sein scheint) und daß in dem weiblichen Organe nur einerlei Zellen vom Typus 12 Chr. gebildet werden. Nach den beiden in den Pollenkörnern bzw. Schläuchen vollzogenen typischen Teilungen müssen die Spermakerne von den nämlichen, oben angegebenen Typen ausgebildet werden, und nun treffen sie mit den Eikernen vom Typus 12 Chr. zusammen. Nach der Befruchtung werden sich auf diese Weise teils Homozygoten vom Typus 24 Chr., teils Heterozygoten vom Typus 23 Chr. bilden, bzw. werden sich homozygotische und heterozygotische Individuen oder Rassen entwickeln.

Lassen wir diese Rassen sowohl jede für sich allein, wie durch reziproke Kreuzung sich weiter vermehren.

Daß die „normale“ Rasse vom Typus 24 Chr. bei Inzucht die Deszendenten vom selben Typus 24 Chr. haben muß, ist als das Wahrscheinlichste zu betrachten. Dies gilt aber nicht für die andere Rasse; denn nach der Reduktionsteilung müssen aus den ungeradezähligen Pollenmutterzellen aus naheliegenden Gründen

1) GEERTS, l. c., S. 163.

ungleiche Pollenzellen resultieren, und zwar vom Typus 12 Chr. und vom Typus 11 Chr. (sowohl vom Boden der Chromosomentheorie aus wie von dem der Reduktionsteilung ist es zu erwarten, daß das eine Chromosom vom ungeradezähligen Satze ungeteilt nur dem einen Tochterkerne anheimfallen muß). Diese Rasse wird also in ihren Deszendenten sich „spalten", und zwar in einer komplizierteren Weise, als es für den Ausgangsfall von uns gefolgert wurde, denn die weiblichen Gameten müssen hier begreiflicherweise gleichfalls dimorph ausfallen. Die ersten Deszendenten dieser Rasse, durch viererlei Gameten erzeugt (♂ 12 Chr., ♂ 11 Chr., ♀ 12 Chr. und ♀ 11 Chr.), müssen die Typen 24 Chr., 23 Chr. und 22 Chr. darbieten, unter welchen die beiden geradezähligen, 24 Chr. und 22 Chr., bei der Inzucht gleichsam „reine Linien" darbieten werden, während die ungeradezählige Rasse 23 Chr. sich ferner spalten wird.

Die Folge der reziproken Kreuzung der beiden Rassen, der vom Typus 24 Chr. und der vom Typus 23 Chr., brauche ich hier kaum auseinanderzusetzen, denn es muß hier offenbar dieselbe Regel gelten, die für die Geschlechtssonderung bei gewissen Metazoen festgestellt wurde. Ich möchte mich daher hier einfach auf die Formeln beziehen, die den Dimorphismus der (bei den Tieren freilich der männlichen) Gameten von Arthropoden darstellen[1]). Nach BUCHNER beträgt die Chromosomenzahl in den Spermatogonien von Oedipoda sogar genau 23 (in den Ovogonien wohl 24?), welche Zahlenverhältnisse mit denjenigen unseres Falles übereinstimmen[2]).

Es bleibt mir hier noch übrig, die Frage zu berühren, ob der Chromatinnucleolus von *Tradescantia* als Analogon des akzessorischen Chromosoms der Arthropoden betrachtet werden dürfte. Dies glaube ich keinesfalls, wenngleich ich zugeben muß, daß der Augenschein doch für das Bestehen einer formellen Ähnlichkeit zwischen den beiden Gebilden spricht. Der fragliche Körper von *Tradescantia* stellt in erster Linie ein Produkt der Chromatindiminution dar, und damit dürfte man vielleicht die erwähnte Ähnlichkeit begründen, besonders wenn man V. HAECKERs Anschauungsweise annehmen will, daß die „Heterochromosomen mindestens zu einem großen Teil im Abban befindliche Elemente sind"[3]).

Weit wichtiger scheint mir die Tatsache zu sein, daß, neben der Bildung des Chromatinnucleolus, der Dimorphismus der Ge-

1) V. HAECKER, l. c., S. 348.
2) BUCHNER, l. c., S. 339.
3) V. HAECKER, l. c., S. 355.

schlechtszellen zustande kommt, was meiner Ansicht nach für ein folgenreiches Moment im Leben der betreffenden Pflanzenart gelten kann; denn dadurch können, wie wir es gesehen haben, Modifikationen derselben auftreten, die, wenn auch nur um ein „X-Element", doch voneinander verschieden erscheinen. Wohl zugegeben, daß es sich hier beinahe „um ein Jota" handelt, oder jedenfalls um eine unbekannte Größe, mag hier doch nur daran erinnert werden, daß das Fehlen bzw. Vorhandensein des „X-Elements" im Kerne der Arthropoden nach unserer bisherigen Erfahrung wenigstens eine Parallele zu den konstanten Merkmalen der „Geschlechtsrasse" darstellt.

Auf die fernere Frage, ob die bei unserer Pflanze zu beobachtende Chromatindiminution spontan auftritt, oder von äußeren Einflüssen bedingt wird — welches Thema im Obigen nur ganz oberflächlich berührt werden konnte —, möchte ich in meinen späteren Studien das Hauptgewicht legen. Denn die Entscheidung dieser Alternative — mag dies in der einen oder in der anderen Richtung erfolgen — verspricht unserem Verständnis handgreifliche Tatsachen zu gewähren hinsichtlich des Wesens der inneren Faktoren bei der Rassenbildung (Mutation?)[1].

Swjatoschino, im Juli 1911.

Erklärung der Tafel XVI.

Sämtliche Figuren wurden nach Mikrotomschnitten mittels des ABBEschen Zeichenapparates auf der Höhe des Arbeitstisches entworfen (ZEISS, Apochr. 3 mm, Comp.-Okul. 18).

1) Die im Abbau befindlichen Körper hatte bekanntlich GATES einst als „Heterochromosomen" aufgefaßt. In seinen Schriften, die den cytologischen Untersuchungen der *Oenothera*-Hybride gewidmet sind, äußert der genannte Verfasser dieselbe Vermutung bezüglich der Mutationen, die ich hier auch vertrete. Vgl. darüber: GATES, Pollen development in hybrids of *Oenothera lata* × *O. Lamarckiana*, and its Relation to mutation. Bot. Gaz. 43, 1907. A study of reduction in *Oenothera rubrinervis* Bot. Gaz. 40, 1908. The behaviour of Chromosomes in *O. lata* × *O. gigas*. Bot. Gaz. 48, 1909. The stature and chromosomes of *O. gigas*. Arch. f. Zellforsch. 3, 1909, H. 4. Sehr wichtige Tatsachen findet man in bezug auf Unregelmäßigkeiten bei der Pollenbildung in TISCHLER, Zellstudien an sterilen Bastardpflanzen. Arch. f. Zellforsch. 1, 1908, besonders aber in seinen Untersuchungen über die Entwicklung des Bananenpollens. Arch. f. Zellforsch. 5. Bd. 1910.

Die Buchstaben bedeuten: x = Chromatinnucleolus, n = Zellkern, p = Cytoplasma, ph = Phragmoplast, nl = Kernkörperchen, a = Telophatische Chromatinfigur.

Tradescantia virginica.

Fig. 1. Anaphase des zweiten Teilungsschrittes.
Fig. 2 Anordnung-Stadium des zweiten Teilungsschrittes.
Fig. 3. Prophase des zweiten Teilungsschrittes. Chromatinnucleolus x bewahrt einigermaßen die Gestalt eines telophatischen Chromosoms.
Fig. 4a. Ähnliches Stadium wie in Fig. 3. Chromatinnucleolus gleichfalls einem telophatischen Chromosom ähnlich.
Fig. 4b. Chromatinnucleolus zweiteilig.
Fig. 5. Telaphase des ersten Teilungsschrittes. Chromatinnucleolus gleicht vollkommen einem Chromosom.
Fig. 6a. Die beiden Äquatorialplatten enthaltender Teil eines Tochterzellenpaares: rechts sind 12, links 11 Chromosomen zu zählen.
Fig. 6b. Der andere Teil desselben Zellenpaares, vom nächstfolgenden Schnitte getroffen: rechts noch einige Chromatinstücke der Äquatorialplatte zu sehen, links Chromatinnucleolus.
Fig. 7. Junge asymetrische Tetrade: Chromatinnucleolus nur in der einen Zelle.
Fig. 8. Äquatorialplatte des zweiten Teilungsschrittes von der Seite gesehen.
Fig. 9. Bildung einer symmetrischen Tetrade: Chromatinnucleolen x_1, x_2 sind je eines an dem Pole jeder Äquatorialplatte vorhanden.
Fig. 10. Symmetrisch ausgebildetes Paar der Tochterzellen: je ein Chromatinnucleolus liegt zu beiden Seiten der Zellplatte.
Fig. 11. Telaphase: ein extragroßer Chromatinnucleolus, wahrscheinlich von einem bivalenten Chromosom herstammend.
Fig. 12a. Chromatinnucleolus von der Gestalt eines univalenten (telophatischen) Chromosoms.
Fig. 12b, c. Telophasen: das eine bivalente Chromosom bleibt an dem Äquator stehen.

56. Julius Schuster: Bemerkungen über Podozamites.

(Mit 4 Abb. im Text und Tafel XVII.)

(Eingegangen am 22. Juli 1911.)

Was ist *Podozamites distans* FR. BRAUN?

Diese Frage wurde in mir rege, so oft ich in den rhätischen Ablagerungen der Umgebung von Bayreuth, wo der mit Arbeiten im Feld vertraute Paläobotaniker noch immer neue und interessante Funde erwarten darf, diese ganzrandigen lanzettlichen Blätter mit den dichten gegabelten Nervenästen zu hunderten antraf. Teils bedecken sie als wirres Haufwerk ganze Platten, teils finden sie sich in Form von scheinbar gefiederten Blättern, an denen die Segmente spiralig oder durch Drehungen des Blattes zweizeilig stehen (Abb. 1 und Tafel XVII).

So schön auch der Erhaltungszustand derartiger Reste ist, so ist doch ihre systematische Stellung zweifelhaft und verschieden aufgefaßt worden. Das Urteil drei bekannter lebender Phytopaläontologen geht dahin, daß es sich um einen Cycadophyten (ZEILLER), eine Conifere (SEWARD), oder einen Übergang zwischen Coniferen und Cycadophyten (NATHORST[1]) handle.

Wie schwierig sterile Reste in fossilem Zustande zu beurteilen sind, geht schon daraus hervor, daß selbst rezente Pflanzen, solange sie nur steril bekannt waren, von geübten Systematikern einigermaßen verkannt wurden; so wurde *Stangeria paradoxa* ursprünglich als *Lomaria*, *Veronica tetrasticha* als *Podocarpus* beschrieben. Vor derartigen Kulturkuriosis bewahrt den Paläobotaniker die mikroskopische Untersuchung der gebleichten Kohlesubstanz, die jetzt allgemein angewandt wird. Freilich ist es meist nur die Epidermis, die zur Beobachtung gelangt, und diese ist wie in anderen Fällen, auch hier zur Entscheidung der systematischen Zugehörigkeit nicht ausreichend. Die Frage ist vielmehr: ist *Podozamites distans* ein beblätterter Zweig oder ein gefiedertes Blatt, und wofür spricht die Beschaffenheit der Früchte?

Über die erste Frage gibt ein sehr interessantes Exemplar

[1]) Siehe A. G. NATHORST, Paläobotanische Mitteilungen 10. Über die Gattung Cycadocarpidium Nathorst nebst einigen Bemerkungen über Podozamites, K. Sv. Vet. Akad. Handl. 46, 8, 1911 und die dort zitierte Literatur.

der paläontologischen Staatssammlung in München Aufschluß, dessen Wichtigkeit schon von SCHENK erkannt wurde. Leider ist seine Abbildung in der 1867 erschienenen Fossilen Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens Tafel 36, Figur 3 nicht exakt und die Nachbildungen derselben in RENAULTs Cours de botanique fossile Tafel 6, Figur 9 und SAPORTAs Plantes juras-

A B

Abb. 1. Sterile Sprosse von *Podozamites distans* FR. BRAUN, A mit spiralig gestellten Blättern, B mittleres Blattpaar durch Drehung scheinbar zweizeilig, $^2/_3$ der nat. Gr.

siques Tafel 6, Figur 2 noch weniger. So erschien eine erneute Untersuchung notwendig und um jeden Zweifel auszuschalten, gebe ich hier Photographien in natürlicher Größe und mäßiger Vergrößerung ohne jegliche Retusche.

In seiner Beschreibung sagt SCHENK (S. 160) von dem Stück folgendes: „Eines der interessantesten Exemplare ist das von BRAUN bei Eckersdorf unfern Bayreuth gesammelte . . ., der Blatt-

stiel ist an seiner Basis von mehreren Reihen an einer Achse ansitzenden Schuppen umgeben, so daß das Blatt von einer Seitenknospe, wie sie bei lebenden Cycadeen an den Stämmen auftreten, stammen kann. Sodann ließe sich aber auch aus diesem Exemplar der Schluß ziehen, *Zamites distans* sei überhaupt keine Cycadee, sondern eine mit *Dammara* verwandte Conifere, das Exemplar demnach ein beblätterter, an seiner Basis noch von den Knospenschuppen umgebener Zweig."

Ähnliches ist auch anderwärts beobachtet worden. Schon 1879 bildete NATHORST in Floran vid Bjuf Tafel 16, Figur 10 ein Exemplar ab, bei dem die etwas angeschwollene Basis mit kleinen dreieckigen Schuppen bekleidet ist. Ein anderes entsprechendes Stück mit erhaltener Basis, an dem allerdings die Schuppen nicht sehr deutlich sind, habe ich auf Tafel XVII, Figur 3 dargestellt.

Diese basalen bisher als Adventivknospen gedeuteten Anschwellungen hat nun NATHORST neuerdings (a. a. O.) für Knospenschuppen und *Podozamites distans* als einen Zweig mit spiralig gestellten Blättern erklärt.

Daß diese Anschauung richtig ist, wird aufs schönste durch das erwähnte Exemplar der Münchner Sammlung bestätigt (Tafel XVII, Figur 1 und 2). Während nämlich sonst nur eine Knospe erhalten ist, aus der sich der Trieb entwickelt, sind es hier deren drei, und zwar zeigen die beiden seitlichen die gleiche Beschaffenheit wie die mittlere, können also auch nicht anders gedeutet werden wie jene; es ist die gleiche Erscheinung, die man z. B. an jedem Tannentrieb wahrnehmen kann.

Demnach würde ich nicht anstehen, auf Grund der vegatativen Organe *Podozamites distans* zu den Coniferen zu stellen, wo ja die Gattung *Agathis (Dammara)* ähnliche Blattzweige besitzt.

Daß indes eine nähere Verwandtschaft mit der letztgenannten Gattung nicht besteht, geht aus dem Bau der Früchte hinlänglich hervor. NATHORST hat nämlich aus dem Rhät von Schonen interessante Sporophylle beschrieben, die er als *Cycadocarpidium Erdmanni* und *Sveabii* bezeichnet und mit Recht für die Fruktifikation von *Podozamites* hält (Abb. 2). Namentlich bei *Cycadocarpidium Erdmanni* ist die Übereinstimmung zwischen dem spreitenartigen Teil der Sporophylle und den sterilen Blättern von *Podozamites distans* die denkbar größte und erstreckt sich auch auf die basale Dichotomie der Nervenäste.

Beiden Sporophylltypen gemeinsam ist die blattartig entwickelte Spreite. Während aber bei *Cycadocarpidium Erdmanni* an

der Basis je eine rudimentäre Fieder vorhanden ist, zeigt *Cycadocarpidium Swabii* an ihrer Stelle eine Anschwellung, welche nicht gut anders aufgefaßt werden kann, als eine noch weiter fortgeschrittene Reduktion der eben erwähnten rudimentären Fiedern. Wären zufällig nur die als *Cycadocarpidium Swabii* bezeichneten Sporophylle bekannt, so würde man sie wohl unbedenklich zu den Coniferen stellen und jene Anschwellung als Fruchtschuppe und den spreitenartigen Teil als Deckschuppe deuten, wofür schon die

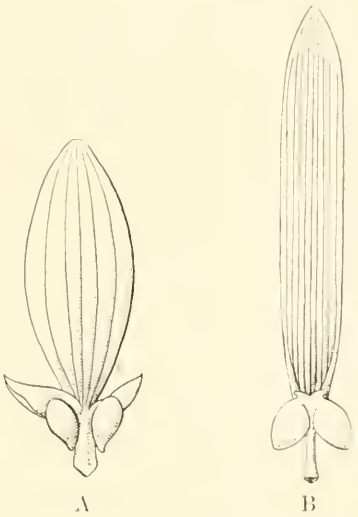


Abb. 2. Makrosporophylle von *Podozamites (Cycadocarpidium)* nach NATHORST, A *Cycadocarpidium Erdmanni* NATHORST, 2fach, B *Cycadocarpidium Swabii* NATHORST, 3fach.

Stellung der beiden Teile zueinander spricht. Dagegen würde man die Sporophylle von *Cycadocarpidium Erdmanni* zu den Cycadeen bringen und mit *Dioon* vergleichen, wo indes die Insertion der Samenanlagen eine andere ist (vgl. Figur 465 in K. GOEBELS Organographie). Es wäre auch im höchsten Grade unwahrscheinlich, bei der morphologischen Homologie sowie der örtlich und zeitlich übereinstimmenden Provenienz der beiden Sporophylle verschiedene Familien für diese in Anspruch zu nehmen, sondern ich halte *Cycadocarpidium Swabii* für ein stärker reduziertes, jedoch derselben Familie angehöriges Sporophyll wie *Cycadocarpidium Erdmanni*. Wie ein von NATHORST aufgefundener Fruchtrest lehrt, waren die Sporophylle zu einem lockeren Zapfen vereinigt.

Es kann nun kaum zweifelhaft sein, daß die Beziehungen

der Coniferen zu den Cycadinen sehr große sind: so große, daß für sie kaum eine andere Herkunft anzunehmen ist als für die letzteren, d. h. beide gehen durch die Vermittelung der Cycadofilicinen auf farnähnliche Vorfahren zurück. Kann auch natur-

Abb. 3. Verbildete Samenschuppe aus einem androgynen Fichten-Zapfen; Deckschuppe mit der Fruchtschuppe verwachsen, in der Mitte der letzteren eine Samenanlage.

gemäß keine Rede davon sein, *Podozamites* etwa den Cycadofilicinen anzugliedern, so ist doch anzunehmen, daß speziell der als *Cycadocarpidium Erdmanni* beschriebene Typus den in den Cycadofilicinen wurzelnden Vorfahren der Coniferen sehr nahesteht, obgleich er

A B C

Abb. 4. Zwitterblüte von dem nämlichen Zapfen, an der Basis männlich, im oberen Teil weiblich; Deckschuppe mit der Fruchtschuppe verwachsen und stark mißbildet, Samenanlagen verkümmert, A von unten, B von der Seite, C von oben.

schon durch die Art der Beblätterung der Zweige als echte Conifere zu betrachten ist. Ich meine also, daß in *Podozamites distans* eine primitive Conifere vorliegt, welche einer eigenen Familie der *Podozamiteen* angehört und sich wohl an der Basis des nämlichen Stammes von den Cycadofilicinen abgezweigt hat, von dem die

Ginkgoinen ausgegangen sind. Dafür würde auch YOKOHAMAs *Ginkgoidium Nathorsti* sprechen, das *Podozamites*-Blättern sehr ähnlich ist. Während aber bei *Ginkgo* die (ursprünglich *Cycas*-artigen) Fruchtblätter keine besondere Schutzvorrichtung für den heranreifenden Samen aufweisen und daher aufs äußerste reduziert sind, ist das Problem des Samenschutzes bei *Podozamites*, wo ja die Sporophylle in lockeren Zapfen angeordnet sind, durch die blattartige Ausbildung der Spreite (Deckschuppe) vorzüglich gelöst.

Dazu kommt aber bei *Cycadocarpidium Swabii* noch etwas anderes: die beiden seitlichen fertilen Abschnitte verwachsen zu einer „Fruchtschuppe" und sind der „Deckschuppe" opponiert. Daraus ließe sich folgende Theorie über die Fruchtschuppe der Coniferen ablesen: die Fruchtschuppe ist das Verwachsungsprodukt zweier seitlicher Lappen eines Fruchtblattes, dessen mittlerer Lappen steril und als Deckschuppe ausgebildet ist. Diese Ansicht fand schon 1889 in DELPINO einen geistreichen Vertreter und in PENZIG einen begeisterten Anhänger, aber es fehlte bisher an lebenden und ausgestorbenen Übergangsformen, die ein derartiges Verhalten demonstrieren würden; man stützte sich besonders gerne auf teratologische Fälle, wie sie z. B. in Abb. 3 und 4 abgebildet sind.

Wenn ich nun glaube, daß *Podozamites distans* in dieser Richtung als paläontologischer Beweis verwertet werden könne, so möchte ich doch definitive Folgerungen, die daraus zugunsten der Theorie DELPINOs gezogen werden könnten, so lange einschränken, bis weiteres fossiles Material bekannt wird, das eine solche Ableitung der „Antispermie" von der „Pleurospermie" plausibel macht. Hier sollte nur auf das Interesse, das sich an die als *Podozamites distans* beschriebenen Reste knüpft, aufmerksam gemacht und gezeigt werden, daß ihre lang behauptete Stellung unter den Cycadeen nicht mehr aufrechterhalten werden kann, vielmehr alles dafür spricht, daß ein primitiver Coniferen-Typus, wenn nicht gar eine Übergangsform nach der mit den Cycadales gemeinschaftlichen Urform vorliegt.

Erklärung der Tafel XVII.

Podozamites distans Fr. Braun.

Oberstes Rhät von Franken.

(Alles nach Photographien ohne Retusche.)

Figur 1. Blattzweig mit drei Knospen an der Basis; bei den beiden seitlichen ist der Trieb nicht erhalten.

Figur 2. Der untere Teil des nämlichen Stückes, beinahe doppelt vergrößert.
Figur 3. Blatttragender Zweig mit einer Knospe; die Knospenschuppen sind nur undeutlich sichtbar.
Figur 4. Steriler Sproß mit scheinbarer Endfieder.

Figur 1 bis 3 von Veitlahm bei Kulmbach, Figur 4 von der Hohen Warte bei Bayreuth.

Original zu Figur 1 und 4 in der Münchener Staatssammlung, zu Figur 3 in der Kreisnaturaliensammlung zu Bayreuth.

57. P. Magnus: Ein neues Melanotaenium aus Thüringen.

(Eingegangen am 28. Juli 1911.)

Am 14. Juli d. J. entdeckte Herr O. JAAP eine neue Pilzgalle, in der er sogleich eine Ustilaginee vermutete. Er teilte sie mir wieder freundlichst zur Bestimmung und etwaigen Bearbeitung mit, wofür ich ihm meinen besten Dank sage.

Auf dem Hausberge bei Jena sah er an dem dort häufigen *Teucrium montanum* zahlreiche Anschwellungen am Wurzelhalse oder Stengelgrunde. Schneidet man solche Galle tangential, so sieht man das ganze Gewebe schwarz, und auf dem Querschnitte sieht man an der Anschwellung, die oft einseitig sitzt oder auch ringsum greifen kann, schwärzliche durch gelbe radiale Streifen oder kürzere gelbliche Striche unterbrochene Massen. Unter dem Mikroskope erkennt man an dünnen Schnitten, daß diese dunklen Massen aus einzelligen dickwandigen Sporen bestehen, die zwischen den Wänden zartwandiger mehr oder minder zusammengedrückter Parenchymzellen liegen, während die gelben Massen aus verholztem Gewebe mit gefäßartig ausgebildeten Elementen gebildet sind. Diese Bündel durchziehen in starken Massen die Anschwellung nach allen Richtungen, so daß man sie auf demselben Schnitte der Quere und der Länge nach trifft; sie sind ferner von sehr verschiedener Breite und Mächtigkeit. Die Interzellularräume des zartwandigen zwischen ihnen und ihren Anzweigungen gelegenen Parenchyms sind, wie schon gesagt, vollständig von den einzelligen Sporen mit dicken dunkelbraunen bis schwärzlichen Membranen erfüllt.

Leider hatte ich an dem mir von Herrn JAAP gesandten Material keine ganz jungen Gallen. Doch konnte ich an den phäripherischen Teilen der Anschwellungen deutlich sehen, daß diese einzelligen Sporen intercalar von den interzellularen Mycel-

fäden gebildet werden, wie es für die Gattungen *Entyloma* und *Melanotaenium* charakteristisch ist. Da die einzelligen Sporen in den in den Anschwellungen ausgedehnten Lagern mit derber dunkelbraun gefärbter glatter Membran versehen sind, so erweist sich die Art als ein *Melanotaenium*, das ich mir erlaube, zu Ehren des scharfsichtigen Entdeckers „*Melanotaenium Jaapii* P. Magn." zu nennen.

Es tritt also, wie gesagt, an der Basis der Stengel in Anschwellungen auf, die einseitig ansitzen oder mehr oder minder herumgreifen können. Nur an einem der mir gesandten Exemplare saßen diese Anschwellungen höher am Stengel. Die Anschwellungen sind hervorgebracht durch das im Rindengewebe außerhalb des zentralen intakt bleibenden Holzkörpers wuchernde *Melanotaenium*. Durch seinen Reiz geht das Parenchym in lebhafte Teilung über, und in diesem lebhaft geteilten und dadurch verdickten Parenchym bilden sich Zellen unter Längsteilungen zu verholzten Elementen aus, die mit dem zentralen Holzkörper in Verbindung treten, so daß die Anschwellung von diesen von Holzkörpern ausstrahlenden Bündeln nach aller Richtungen durchzogen wird, wie das ebenso in vielen Gallen geschieht.

In den Interzellularräumen des Parenchyms zieht das Mycelium einher und entsendet Haustorien in die Parenchymzellen, die ich aber an dem trockenen und voll entwickelten Materiale nur zweimal deutlich sah. Die interzellularen Mycelfäden zerfallen durch intercalare Teilung in Sporenketten, die man namentlich an den peripherischen dünneren Teilen der Anschwellungen schön sieht, und auch häufig deutlich in dem engen Teile des Parenchyms zwischen den Verzweigungen der Holzbündel erkennt. In den älteren und weiteren Teilen des Parenchyms verwischt sich diese reihenförmige Anordnung unter gegenseitigem Drucke der angeschwollenen Sporen. Daher sind die reifen Sporen oft nicht kugelig oder oblong, sondern polygonal gegeneinander abgeplattet. Die reifen Sporen haben etwa 22—23,3 μ längsten Durchmesser. Häufig sind sie von etwa gleichem Durchmesser nach allen Richtungen, doch kommen auch Sporen vor von 23,3 × 20,6 μ oder 23,3 × 19,2 μ oder sogar 22,3 × 17,8 μ und zwischen solchen Differenzen der Durchmesser vor.

Die Art ist nahe verwandt dem *Melanotaenium endogenum* (Ung.) de Bary in *Galium Mollugo* und dem *Melanotaenium cingens* (Beck) P. Magn., bei denen die Sporenbildung im Rindenparenchym des Stengels auf weite Strecken hin statthat.

In ihrem Auftreten auf der Wirtspflanze ähnelt sie manchen

anderen Ustilagineen, wie dem *Urocystis Leimbachii* Oertel auf *Adonis autumnalis L.* und *A. aestivalis L.*, *Urocystis Orobanches* (Fr.) Fischer in der Basis von *Orobanche*, *Entyloma Ustilago Aschersonii* (Ule) Woron. in der angeschwollenen Basis der Stengel von *Helichrysum arenarium*, *Entyloma Magnusii* (Ule) Woron. in der angeschwollenen Basis der Stengel von *Gnaphalium luteo-album* und *G. uliginosum* u. a. Auch das von F. THOMAS beobachtete Auftreten einer *Urocystis* auf dem Wurzelhalse von *Ranunculus arvensis L.* ist hier anzuführen. Dieses basale Auftreten scheint mir bei diesen auf trockenen und sonnigen Standorten wachsenden Wirtspflanzen mit dem Bedürfnisse der Feuchtigkeit für den sich entwickelnden Pilz eng zusammenzuhängen. Auch *Teucrium montanum*, das namentlich auf sonnigen Kalkbergen wächst, ist eine Pflanze trockener Standorte, in der daher der zu seiner Entwicklung die Feuchtigkeit bedürfende Pilz in den Anschwellungen an der Basis der Stengel direkt über den Boden fast nur gedeiht.

Sitzung vom 27. Oktober 1911.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Forenbacher, Dr. Aurel, Professor, Adjunkt am botan. physiolog. Institut der Universität **Agram**, z. Z. in **Bonn** (durch W. BENECKE und W. BALLY),

Schaffnit, Dr. E, Assistent a. d. Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg**, Roonstr. 7 (durch J. BEHRENS und H. FISCHER).

Klein, Richard, stud. phil. in **Wien II**, Negerlegasse 4 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Kratzmann, Ernst, stud. phil. in **Wien VII**, Neubaugürtel 22 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Peche, Kuno, stud. phil. in **Wien VI**, Mariahilferstr. 61 IV/18 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Fuchs, Dr. J., Assistent an der Kaiserl. biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem**-Steglitz b. Berlin (durch K. V. GOEBEL und O. APPEL).

Pascher, Dr. A., Privatdozent für Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinbergsgasse 3a (durch G. BECK VON MANNAGETTA und F. CZAPEK).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Tunmann, Dr. Otto, in **Bern.**
Stiefelhagen, Dr. Heinz, in **Weissenburg i. E.**
Burret, Dr. in **Berlin.**
Ivanow, Sergius, in **Moskau**, z. Z. **Halle a. S.**
Kluyver, A. J. in **Leiden.**

Der Vorsitzende teilt mit, daß in den Voranschlag für 1911, der von der Generalversammlung in Danzig genehmigt wurde, **500 Mk.** zur Unterstützung wissenschaftlicher Arbeiten eingestellt worden sind. Bewerbungen sind an den Vorstand der Deutschen Bot. Gesellschaft, z. H. des Herrn Prof. Dr. O. REINHARDT, zu richten.

Herr DUYSEN zeigte eine Kultur von *Coniophora cerebella* vor, die aus Sporen auf Malzextrakt-Agar-Agar gezogen war.

Das Mycel hatte den verschließenden Wattepfropfen durchwachsen und sich auf den Wandungen und dem festschließenden Deckel eines zweiten Glases, in welches das Kulturglas hineingestellt war, üppig ausgebreitet[1]).

Von Herrn Geh. Rat Prof. Dr. L. KNY, dem der Vorstand zur 70. Wiederkehr seines Geburtstages eine Glückwunschadresse gewidmet hatte, ist an den Vorsitzenden Herrn O. REINHARDT folgendes Dankschreiben eingelaufen:

Wilmersdorf-Berlin, den 27. Juli 1911.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Die herzlichen Gesinnungen, welche Sie mir bei Gelegenheit der Vollendung meines 70. Lebensjahres in einer mir überreichten Adresse des Vorstandes und einer sie begleitenden Ansprache zum Ausdruck brachten, haben mich hocherfreut. Es wird für den Rest meines Lebens eine der schönsten Rückerinnerungen sein, mich unter den Begründern der Gesellschaft befunden und ihrem Vorstande durch mehr als ein Vierteljahrhundert angehört zu haben. Möge die Gesellschaft, welche so herrlich erblüht ist, immer weiter an Zahl ihrer Mitglieder und an Wert ihrer wissenschaftlichen Leistungen zunehmen.

Mit vorzüglicher Hochachtung bin ich

Ihr ergebenster

L. KNY.

Laut § 23 der Satzungen fanden die Wahlen des Berliner Vorstandes, der Redaktionskommission und der Kommission zur Vorbereitung der Generalversammlung usw. für das Jahr 1912 statt. Das Ergebnis war folgendes:

Erster Vorsitzender: Herr J. BEHRENS,
Erster Stellvertreter: Herr G. HABERLANDT,
Zweiter Stellvertreter: Herr L. WITTMACK,
Erster Schriftführer: Herr E. JAHN,
Zweiter Schriftführer: Herr P. LINDNER,
Dritter Schriftführer: Herr P. CLAUSSEN,
Schatzmeister: Herr O. APPEL.

1) Vgl. auch WEHMER, Jahresber. d. Vereinig. f. ang. Botanik, Achter Jahrg. 1910.

Die Redaktionskommission besteht nach § 19, 1 der Satzungen aus dem Vorsitzenden, den drei Schriftführern und drei gewählten Mitgliedern. Ihr gehören für das nächste Jahr an die Herren: J. BEHRENS, E. JAHN, P. LINDNER, P. CLAUSSEN, P. ASCHERSON, A. ENGLER, L. KNY.

Kommission zur Vorbereitung der Generalversammlung und der Wahlen die Herren: E. BAUR, H. FISCHER, E. KOEHNE, G. LINDAU, O. REINHARDT.

Die Geschäfte der Gesellschaft wird wie bisher Herr W. WÄCHTER fortführen.

Mitteilungen.

58. K. Snell: Die Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Ausbildung von verholzten Elementen im Epikotyl von Phaseolus multiflorus.

(Mit Taf. XVIII.)

(Eingegangen am 2. August 1911.)

Einleitung.

Gelegentlich seiner Untersuchungen über das sekundäre Dickenwachstum fand JOST[1]), daß eine Ausbildung von sekundären Gefäßen im Epikotyl von *Phaseolus multiflorus* unterbleibt, wenn die Blätter frühzeitig im Samen abgeschnitten werden. Schneidet man nur ein Blatt ab, so wird nur die Ausbildung der zu diesem Blatt gehörenden Blattspur unterdrückt. Werden aber beide Primärblätter samt der Plumula entfernt und alle Adventivknospen gleich weggeschnitten, dann zeigt sich das Epikotyl nach mehrwöchigem Wachstum mit Ausnahme der wenigen primär vorhandenen Gefäße frei von verholzten Elementen. Man findet weder sekundäre Gefäße ausgebildet noch verholzte Sklerenchymfasern, wie sie bei normalem Wachstum auf der Außenseite der Gefäßbündel sich finden. JOST erklärte dieses Verhalten als den Ausdruck einer Beziehung zwischen Organentwicklung und Gefäß-

1) JOST, L., Über Dickenwachstum und Jahresringbildung. · Bot. Ztg. 1891. S. 485 ff.

Derselbe, Über Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Gefäßbildung in der Pflanze. Bot. Ztg. 1893. S. 89 ff.

bildung. Er nimmt an, daß von dem sich entwickelnden Blatt ein Reiz ausgeht, der die Anregung gibt zur Ausbildung von Gefäßen. Dieser Satz hat aber keine allgemeine Gültigkeit. Er lautet in JOSTs Fassung: „Organbildung ist zwar in vielen aber nicht in allen Fällen eine notwendige Bedingung für die Gefäßbildung.“ Diese Einschränkung wurde veranlaßt durch Versuche, die R. HARTIG mit großen Bäumen gemacht hatte. Trotz einer vollständigen Entästung und Entgipfelung der Bäume ging die Ausbildung von Gefäßen noch etwa ein Jahr fort, bis alle Reservestoffe verbraucht waren.

MONTEMARTINI hat nun die JOSTsche Erklärung auf Grund von Versuchen an Blättern angegriffen[1]). Er durchschnitt den Mittelnerv einer großen Anzahl von verschiedenen Blättern, als sie noch kaum aus der Knospe hervorgegangen und ihre Gewebe noch nicht differenziert waren, und fand stets eine größere Anzahl von Gefäßen in dem oberhalb der Wunde gelegenen Teil, als in dem unterhalb gelegenen. Dieses Resultat würde zunächst durch die JOSTsche Ansicht genügende Erklärung finden. MONTEMARTINI gibt aber an, daß der über der Wunde gelegene Teil des Blattes ein krankhaftes Aussehen zeigte und sich kaum weiter entwickelt hätte, so daß also hier eine Ausbildung von Gefäßen stattgefunden hat, ohne Beziehung zu einer Organentwicklung. Er mißt der Organentwicklung überhaupt keinen Wert bei, sondern ist der Ansicht, daß das Ausbleiben der Gefäßentwicklung in dem unterhalb der Wunde gelegenen Teil eine Folge des Wundreizes sei. Nach KRETSCHMAR würde sich dieser Wundreiz mehr in basipetaler als acropetaler Richtung auf den Leitungsbahnen fortpflanzen und eine Ausbildung von Gefäßen in dem unteren Teile verhindern. In dem oberen Teile würde also die Entwicklung normal weitergehen, während in dem unteren Teile der Wundreiz eine hemmende Wirkung ausüben würde.

Ich habe die Versuche MONTEMARTINIs an Blättern von *Phaseolus* nachgeprüft und kann nur bestätigen, daß in dem über der Wunde gelegenen Teil mehr Gefäße entwickelt waren, als in dem unteren. Doch scheint mir die Wachstumsgröße des über der Wunde befindlichen Blatteiles, obwohl nicht normal, doch nicht so gering, um eine Einwirkung dieser Entwicklung auf die Leitungsbahnen für völlig ausgeschlossen zu halten.

1) MONTEMARTINI, L., Sulla relazione tra lo sviluppo della lamina fogliare e quello dello Xilema delle tracie e nervature corrispondenti. Atti Istit. bot. Pavia 1904.

I. Untersuchungen über die Ausbildung von Gefäßen bei Hemmung der Blattentwicklung ohne Verwundung.

Zur Untersuchung der Frage, ob der Wundreiz die ihm von MONTEMARTINI zugeschriebene Rolle wirklich spielt, lag es nahe, zu untersuchen, ob bei einer Hemmung der Entwicklung des Blattes ohne Verwundung, also durch Ausschalten des Wundreizes, ebenfalls die Ausbildung sekundärer Gefäße unterbleibt. Schon JOST hat Versuche gemacht, durch frühzeitiges Eingipsen des Blattes eine Hemmung ohne Verwundung zu erzielen, hat darüber aber nur eine kurze Angabe in seinen „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“ (2. Aufl. S. 402) gemacht. Er gibt an, „daß man die gleiche Stammstruktur auch dann erzielen kann, wenn man das Blatt nicht wegschneidet, sondern nur durch Eingipsen am weiteren Wachstum hindert“. Ich habe diese Versuche zunächst in der Weise wiederholt, daß ich die Plumula mit den Primärblättern bereits im Samen eingipste. Die Samen hatten erst 24 Stunden im Wasser gelegen, wurden dann geschält, vorsichtig geöffnet und mit Nadeln so auf einer Korkunterlage befestigt, daß ein Eingipsen des oberen Teiles des Keimlings keine großen Schwierigkeiten bot. Zum Schutz des Würzelchens gegen Austrocknen war noch ein Stück feuchtes Filtrierpapier untergelegt. Sobald der Gips etwas angetrocknet war, wurden die Samen in feuchtes Sägemehl gepflanzt und täglich nachgesehen. Eine einfache Gipshülle erwies sich als durchaus nicht genügend. Sobald der Stengel sich zu strecken beginnt, wird die Hülle mit großer Kraft gesprengt. Ich habe deshalb frühzeitig baumwollene Fäden fest über die Gipshülle gebunden und darüber noch eine dünne Schicht Gips, der an den angefeuchteten Fäden gut haften bleibt, gestrichen. Nach 5 bis 6 Wochen sind dann die Stengel unterhalb der Gipshülle stark angeschwollen, sodaß vielfach die äußeren Schichten dieses Teiles direkt aufreißen (Photogr. Nr. 1). Die in den Achseln der Kotyledonen auftretenden Sprosse wurden immer gleich entfernt. Nach etwa 3 – 6 Wochen zeigten die Querschnitte durch die Epikotyle Bilder, wie sie die Photographie Nr. 2 zeigt. Die primären Gefäße zeigten sich normal ausgebildet, wohl auch noch einige wenige sekundäre Gefäße; die Sklerenchymfaserzellen auf der Außenseite der Bündel waren nicht verdickt. Die Länge der eingegipsten Epikotyle war als ganz normal zu bezeichnen, sie betrug durchschnittlich 10—15 cm. Die zu gleicher Zeit und unter denselben Bedingungen normal gewachsenen Pflanzen hatten ihre Primärblätter normal entwickelt und zeigten eine starke Ausbildung von sekundären Gefäßen und verholzten Sklerenchymfasern. Charakteristisch für

die normal entwickelten Pflanzen ist das keilförmige Bild der Gefäßbündel im Querschnitt, wie es die Photographie Nr. 3 zeigt. Von innen nach außen nimmt die Breite des Holzteiles zu. Ein Vergleich der eingegipsten mit normal gewachsenen zeigt deutlich das Ausbleiben der Bildung von sekundären Gefäßen. Dahingegen sind sichtbar mehr Gefäße ausgebildet, als bei solchen Pflanzen, deren Primärblätter und Plumula schon im Samen abgeschnitten und die des weiteren ebenso wie die eingegipsten kultiviert worden waren. (Diese Pflanzen sollen ferner als dekapitierte bezeichnet werden. Einen Querschnitt durch solch eine dekapitierte Pflanze zeigt die Photographie Nr. 4.) Damit war bewiesen, daß auch ohne die Wirkung des Wundreizes durch eine Hemmung der Blattentwicklung die Ausbildung von verholzten Elementen verhindert werden kann.

Es fragte sich nun, ob die Gefäßbildung wieder einsetzt, wenn die Hemmung der Blattentwicklung aufgehoben wird. Zur Beantwortung dieser Frage wurde folgender Versuch gemacht. Nach etwa 3wöchigem Wachstum des Epikotyls mit eingegipster Plumula (einschl. der Primärblätter) wurde die Gipshülle nicht mehr verstärkt und die Fäden durchschnitten; alsbald zeigten sich Risse in der Hülle. Die lebenskräftigen Blätter hatten die Hülle gesprengt und entwickelten sich nun sehr bald bis zu beträchtlicher Größe. Desgleichen wuchs auch die Plumula weiter, sodaß also jetzt vollständig normale Wachstumsverhältnisse einsetzten. Nach weiteren drei Wochen war auf dem Querschnitt durch das Epikotyl mehr oder weniger stark ausgeprägt aber überall deutlich die Wirkung der Blattentfaltung zu sehen. Wie die Photogr. Nr. 5 zeigt, folgt auf die primären Gefäße nach außen eine Zone, die keine oder nur sehr kleine Gefäße enthält. Dann erst gleich beim Kambium sind große sekundäre Gefäße ausgebildet. In vielen Fällen sind aber auch in der Zwischenzone sekundäre Gefäße ausgebildet, so daß das Aussehen der Gefäßbündel dem der normal gewachsenen ganz ähnlich wird. Diese sekundären Gefäße sind augenscheinlich erst nach der Sprengung der Gipshülle infolge der jetzt einsetzenden Blattentfaltung ausgebildet worden, da bei den während der ganzen Zeit eingegipst gewachsenen Epikotylen an dieser Stelle nur parenchymatische Zellen entstanden waren. Die Sklerenchymfasern weisen bereits eine starke Verdickung ihrer Wände auf, ohne aber die normale Dicke erreicht zu haben. In diesem Versuch tritt also der Einfluß der Blattentwicklung auf die Ausbildung der Gefäße und Sklerenchymfasern deutlich hervor.

Es lassen sich aber noch weitere Gründe anführen, die gegen

die Annahme MONTEMARTINIs sprechen, daß durch Einwirkung des Wundreizes die Ausbildung von Gefäßen unterdrückt wird. Zunächst steht diese Annahme im Widerspruch mit der vielfach beobachteten Ausbildung von Wundholz infolge Verletzung von Pflanzen, sowie mit der von SIMON beschriebenen Ausbildung von Verbindungsbrücken nach dem Durchschneiden von Gefäßbahnen[1]). SIMON läßt den ersten Teil der Reaktion: „die Ausdifferenzierung von Gefäßzellen am basalen Bündelende" (das ist der Teil oberhalb der Wunde) ohne Erklärung. Bezüglich des Wundreizes aber sagt er, „daß der Wundreiz als solcher hier eine besondere Rolle spielen sollte, ist nicht anzunehmen, denn sonst würde die Reaktion mit gleicher Intensität auch am apikalen Bündelende erfolgen". Augenscheinlich ist dabei an die positive Wirkung des Wundreizes, Holzelemente auszubilden, gedacht, denn sonst würde diese Argumentation nicht stichhaltig sein. Es müßte der Wundreiz also zwei völlig entgegengesetzte Wirkungen ausüben können. Sodann ist nach KRETSCHMAR[2]) „die Reizwirkung meist transitorisch; sie dauert an verletzten Pflanzen 1—2 Tage, in abgeschnittenen Stücken 3—6 Tage". Zudem gibt KRETSCHMAR an, daß junge Pflanzen, wie ich sie doch ausschließlich zu meinen Versuchen verwendete, den Reiz schneller überwinden als alte Pflanzen. Wollte man, wie MONTEMARTINI, das Ausbleiben der Ausbildung von Gefäßen auf Wundreiz zurückführen, so müßte man entweder annehmen, daß der Wundreiz während der ganzen Dauer der Versuche gewirkt habe, oder daß durch den Wundreiz Verhältnisse geschaffen seien, die eine Ausbildung von Gefäßen verhindern. Gegen die erste Annahme spricht die kurze Dauer des Wundreizes. Die zweite wird sehr unwahrscheinlich durch das Resultat meiner Versuche mit eingegipsten Blättern, deren Entfaltung nach etwa 3 Wochen Hemmung erfolgte. Durch die Blattentwicklung wurde der Ruhezustand aufgehoben und eine neue Entwicklung von Gefäßen hervorgerufen. Damit ist bewiesen, daß durch die Hemmung der Blattentwicklung jedenfalls keine inneren Umgestaltungen der Verhältnisse eingetreten sind, die eine Ausbildung von Gefäßen unmöglich machen.

Nachdem so gezeigt worden ist, daß eine negative Wirkung des Wundreizes zur Erklärung der verschiedenartigen Ausbildung von verholzten Elementen im Epikotyl von *Phascolus multiflorus*

1) SIMON, S., Untersuchungen über die Entstehung von Gefäßverbindungen. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., Bd. XXVI. (Festschrift) 1908.

2) KRETSCHMAR, P., Über Entstehung und Ausbreitung der Plasmaströmung infolge von Wundreiz. PRINGSH. Jahrb. 1904. Bd. 39.

nicht in betracht kommen kann, müssen wir eine Beziehung zur Blattentwicklung annehmen. Auf eine solche Beziehung weisen auch die Unterschiede in den Epikotylen der dekapitierten und der eingegipsten Pflanzen hin. Das Vorhandensein einer geringeren Menge von Gefäßen in den dekapitierten findet seine Erklärung in der plötzlichen Unterbrechung der Leitungsbahnen beim Durchschneiden und der damit plötzlich stattfindenden Aufhebung des von den sich entwickelnden Blättern ausgehenden Reizes, der in den eingegipsten noch eine kurze Nachwirkung ausübt.

II. Die Natur des Reizes.

Nachdem festgestellt ist, daß die Entwicklung von sekundären Gefäßen und von Sklerenchymfasern, in unserem Falle von der Entwicklung des Blattes abhängig ist, fragt es sich, ob die Natur dieses Reizes nicht näher zu definieren sei. Es seien im folgenden zunächst die in Betracht kommenden Faktoren erörtert.

Durch das Abschneiden eines Blattes werden seine Funktionen ausgeschaltet. Abgesehen von der Transpiration und der Assimilation käme noch die Eigenschaft des wachsenden Blattes in Betracht, als Attraktionszentrum die Richtung des Nährstoffstromes zu beeinflussen. Die letztere Eigenschaft des Blattes bringt GOEBEL[1]) mit folgenden Worten zum Ausdruck: „Am Sproß sehen wir auf die zunächst einfach gestalteten Blätter später solche von anderer Größe und Ausbildung folgen. Das Material, welches zu ihrer Bildung notwendig ist, wird durch die Ernährungsarbeit der ausgewachsenen Teile geliefert. Es leben die embryonalen Zellen also auf Kosten der in den Dauerzustand übergegangenen, welche ihnen Nahrungsmaterial zur Verfügung stellen müssen, wie dies eine Nährpflanze dem an oder in ihr schmarotzenden Parasiten gegenüber tut. Es müssen also Baumaterialien nach den Vegetationspunkten hinwandern. Wir können, bildlich gesprochen, auch sagen, daß nach den Vegetationspunkten hin ein „Strom" von Baumaterialien gerichtet sei." — Es mußte versucht werden, diese Faktoren einzeln auszuschalten, ohne das Blatt abzuschneiden. Bezüglich der Assimilation könnten die schon von JOST vorgenommenen Dunkelkulturen zeigen, daß eine Ausbildung von Gefäßen auch ohne Assimilation stattfindet. Bei einer Kultur im Dunkeln bleiben aber die Blätter an Größe stark hinter normalen zurück. Ich habe deshalb Kulturen im kohlensäurefreien Raum am Licht gemacht und Blätter in normaler Größe erhalten. Die

1) GOEBEL, K., Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. 1908, S. 5.

Versuche wurden in der Weise angestellt, daß Pflanzen zunächst im Dunkeln zur Keimung gebracht wurden. Nachdem das Epikotyl etwa 10 cm groß geworden war, wurde der obere Teil mit den wachsenden Blättern luftdicht schließend in eine große Glasglocke geleitet und täglich ein Strom kohlensäurefreier Luft durch die Glocke langsam hindurchgezogen. Zur Sicherheit waren Schälchen mit konzentrierter Kalilauge unter der Glocke aufgestellt und eine Flasche mit Barytwasser in die Luftleitung eingeschaltet, um festzustellen, daß wirklich kohlensäurefreie Luft in die Glocke eintrat. Die Pflanzen wurden in dieser Weise etwa 3 Wochen lang kultiviert. In allen Fällen konnten nach dieser Zeit sekundäre Gefäße festgestellt werden. Auch eine Verdickung der Wände in den Sklerenchymfasern war vorhanden.

Da sich unter den geschlossenen Glocken sehr bald viel Feuchtigkeit ansammelte, habe ich in einem Falle Chlorcalcium unter die Glocke gebracht, um die unnatürlich hohe Luftfeuchtigkeit herabzusetzen, ohne ein wesentlich anderes Resultat zu erhalten.

Eine Herabsetzung der Transpiration durch Kultur der Versuchspflanzen unter Wasser war für längere Zeit nicht durchführbar, da bald ein Abfaulen eintrat. Die Bedingungen zu einer Kultur im wasserdampfgesättigten Raum waren dagegen z. T. schon in den vorhergehenden Versuchen einer Kultur in kohlensäurefreier Luft gegeben, wurden aber auch unter Zutritt von Kohlensäure wiederholt. Es zeigten sich aber in allen Fällen sekundäre Gefäße ausgebildet.

R. HARTIG[1]) ist der Ansicht, daß die Ausbildung von Leitungsgewebe von der Verdunstungsgröße der Blattfläche abhängt. „Der Wasserbedarf wirkt hier als innerer Reiz anregend auf die Erzeugung der Leitungsgewebe.“ Er folgert diesen Satz aus der Beobachtung, daß das Holz von Buchen nach der Ästung schwerer war, als vorher, „weil es weniger Leitungsgewebe zum Transport von Wasser nötig hatte, als das vor der Ästung entstandene Holz.“ Statt des leichteren Leitungsgewebes wäre in schwererem Holz mehr Festigungsgewebe ausgebildet, dessen Bildung von der Menge der vorhandenen Assimilate abhängig sei. In diesem Falle würde die Ausbildung von Sklerenchymfasern unabhängig von der Gefäßbildung vor sich gehen können, was bei *Phaseolus multifl.* nicht der Fall ist.

1) HARTIG, R., Holzuntersuchungen. Berlin 1901. S. 19 u. 35.

HANS WINKLER[1]) gibt eine Reihe von Gründen mit zahlreichen Beispielen aus der Literatur an, die dafür sprechen, daß die Gefäßbildung abhängig sei von der Transpirationssteigerung. Seine Angaben sind so eingehend, daß ich auf seine Arbeit verweisen kann, ohne näher darauf einzugehen. Er kommt zu folgendem Schluß: „Je stärker die Transpiration ist, ein um so größerer Wasserstrom durchfließt die Pfanze, umsomehr wird also die leitende Tätigkeit ihrer Tracheen und Tracheiden in Anspruch genommen, und wir können daher die gefundene Abhängigkeit der Gefäßbildung von der Transpiration auch so ausdrücken, daß wir sagen: die Menge von Gefäßen, die das Kambium (von mir gesperrt) in einem gegebenen Moment erzeugt, ist bestimmt durch den Grad der Inanspruchnahme der vorhandenen Gefäße." Trotz meiner Versuche, die eine Entwicklung von Gefäßen auch bei einer Kultur der Blätter in ganz feuchter Atmosphäre zeigten, möchte ich diesen Reiz, der in der Transpirationssteigerung eine Erklärung finden würde, als einen vielleicht mitwirkenden Faktor betrachten. Bei der großen Oberfläche der Blätter von *Phaseolus* verdunstet auch in feuchter Luft genügend Wasser, um einen Transpirationsstrom zu veranlassen. Wäre es möglich, was mir nicht gelungen ist, *Phaseolus* unter Wasser zu kultivieren, so möchte ich annehmen, daß auch dann noch ein Wasserstrom hindurchgeht, wie er nach meinen Untersuchungen[2]) bei Wasserpflanzen vorhanden ist, die mit den Wurzeln im Boden stecken, und die oberirdischen Teile unter Wasser entwickeln. Wie ich aber weiter zeigen werde, kommt der Transspirationsstrom als solcher nicht direkt für die Ausbildung der verholzten Elemente im Epikotyl von *Phaseolus* in Betracht.

Bei der Untersuchung der Querschnitte war mir aufgefallen, daß dort, wo Stärke vorhanden war, diese in ganz besonderer Weise gelagert war. Ich untersuchte deshalb eine große Reihe meiner in Alkohol aufbewahrten Versuchspflanzen und fand folgendes:

In den dekapitiert gewachsenen Epikotylen, ebenso in den eingegipsten, fand sich die Stärke in den Zellen des Markes, teilweise auch in der Rinde regelmäßig verteilt; der Gefäßbündelzylinder war fast völlig frei von Stärke.

In den normal gewachsenen, ebenso in den zuerst eingegipst

1) WINKLER, HANS, Über die Umwandlung des Blattstieles zum Stengel. Jahrb. f. wiss. Bot. 1908. S. 65—82.

2) SNELL, K., Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme der Wasserpflanzen. Flora 1908. S. 213—249.

und später normal gewachsenen Exemplaren war die Stärke in auffallender Weise auf die Zellen in der Nähe des Gefäßbündelzylinders konzentriert. Mark und Rinde waren, je weiter vom Gefäßbündel entfernt, frei von Stärke. Die im Dunkeln erwachsenen waren teilweise (besonders die sehr langgestreckten) völlig frei von Stärke; teilweise verhielten sie sich wie die normal gewachsenen. Alle im kohlensäurefreien Raum erwachsenen Pflanzen waren frei von Stärke, obwohl sie zu verschiedenen Zeiten und auch verschieden lange (14—21 Tage) kultiviert worden waren. Die Stärke scheint in diesem Falle zum Aufbau der großen, nicht assimilierenden Blätter völlig verbraucht zu sein. Im allgemeinen findet sich aber da, wo eine Verdickung von Gefäßen und Sklerenchymfasern stattfindet, das ist also nur in Verbindung mit einem sich entwickelnden Blatt, eine Anhäufung der Stärke in der Nähe der Gefäße. Die Annahme liegt nahe, daß eine Beeinflussung der Richtung des Nährstoffstromes durch das sich entwickelnde Blatt für die Ausbildung der Gefäße und Sklerenchymfasern eine Rolle spielt.

Hier möchte ich nun eine Theorie anführen, die von DE VRIES [1]) ausgesprochen, aber von JOST widerlegt wurde. DE VRIES nimmt an, daß durch die Entwicklung der Blätter ein Nährstoffstrom angeregt wird, der auch dem Kambium Nährstoffe zuführt, wodurch erst das Kambium in Teilung tritt und veranlaßt wird, Gefäße auszubilden. Er nimmt also eine direkte Beeinflussung des Kambiums durch den Nährstoffstrom an. Daß aber das Kambium auch dann in Teilungen eintritt, wenn die Blätter abgeschnitten oder eingegipst sind, zeigen unsere Bilder. Das Kambium teilt sich weiter, auch wenn die Blattentwicklung verhindert wird. Es werden nur in diesem Falle keine Gefäße, sondern nur parenchymatische Zellen ausgebildet. In derselben Weise nun, wie auch die Sklerenchymfasern in dakapitierten Pflanzen als unverdickte Zellen vorhanden sind und sich nur in typischer Weise umgebildet zeigen, wenn ein darüber liegendes Blatt zur Entwicklung gekommen ist, so liegt die Annahme nahe, daß auch die Umbildung der vom Kambium erzeugten Zellen zu Gefäßen von der Blattentwicklung und der dadurch bedingten Nährstoffwanderung abhängt. Für eine solche Annahme spricht besonders der Versuch mit erst eingegipsten, später frei gewachsenen Blättern. Während in völlig eingegipst gewachsenen Epikotylen die Ausbildung der

1) DE VRIES, H., Über abnormale Entstehung sekundärer Gewebe. PRINGSH. Jahrb. 22. S. 35 ff.

sekundären Gefäße unterdrückt ist und nur parenchymatische Zellen an ihrer Stelle vorhanden sind, sehen wir bei nachträglicher Entwicklung der Blätter eine nachträgliche Umwandlung der gebildeten Zellen zu Gefäßen.

Ich untersuchte nun die Frage, ob eine einseitige Nährstoffzufuhr von den Kotyledonen aus einen Einfluß auf die Ausbildung der Gefäße ausübt. Zu diesem Zweck wurden Bohnen 24 Stunden in Wasser geweicht, geschält und die Kotyledonen teilweise entfernt. Es waren an den Pflanzen dann noch vorhanden:

a) 1 ganzer Kotyledon
b) 1 halber Kotyledon
c) 2 ganze Kotyledonen (normal).

Nach 28tägigem Wachstum war die durchschnittliche Größe der Primärblätter, auf der Mittelrippe gemessen:

a) links 11,0, rechts 10,5 cm
b) „ 8,1, „ 6,3 „
c) „ 15,2, „ 14,5 „ .

Die Größe der Blätter wird durch die Verminderung der Reservestoffe (bedingt durch die Wegnahme von Teilen der Kotyledonen) beeinflußt, doch erhält man bei der Reduktion der Reservestoffe auf die Hälfte (Fall a) noch verhältnißmäßig große Blätter. Bei der anatomischen Untersuchung zeigte es sich, daß ein sichtbarer Einfluß auf die Ausbildung der Gefäße nicht stattgefunden hatte, vor allem war ein Unterschied in der rechten und linken Hälfte kaum wahrzunehmen. Ein solcher Unterschied ist auch von vornherein nicht zu erwarten. Die Nährstoffe strömen aus den Kotyledonen in das Epikotyl, ob aus einem oder aus beiden, ist gleichgültig. Die Richtung des Nährstoffstromes wird einzig und allein durch die Attraktionszentren, in diesem Falle die sich entwickelnden Blätter, bedingt. Da sich nun beide Blätter fast gleichmäßig gut entwickelt haben, so sind die Nährstoffe durch den ganzen Durchmesser des Epikotyls gewandert, wodurch eine gleichmäßige Ausbildung von Gefäßen auf beiden Seiten ermöglicht wurde.

Ich habe schon verschiedentlich darauf hingewiesen, daß auch die Ausbildung der Sklerenchymfasern in derselben Weise, wie die der Gefäße, von der Blattentwicklung abhängig ist. So findet man in den dekapitierten Pflanzen an Stelle der Sklerenchymfasern Zellen von geringem Durchmesser aber mit dünnen Wänden. In eingegipsten Pflanzen weisen diese Zellen bereits Verdickungen auf, doch bei weitem nicht so stark als in normalen. Die Ausbildung der Sklerenchymfasern ist also augenscheinlich von denselben Bedingungen abhängig wie die der Gefäße. Während für

die Ausbildung von sekundären Gefäßen ein direkter Einfluß des Blattes denkbar wäre, ist ein solcher für die Sklerenchymfasern kaum anzunehmen. Vielmehr drängen mich die Resultate meiner Versuche zu dem Schluß, daß die Ausbildung von Gefäßen und auch von Sklerenchymfasern im Epikotyl von *Phaseolus* von Ernährungsverhältnissen abhängig sind. Eine solche Abhängigkeit wird auch von FLASKÄMPER [1]) für die Ausbildung von Sklerenchym in der Wurzel von *Vicia Faba* angenommen. Bei Keimpflanzen, deren Wurzeln etwa 6 cm lang geworden waren, unterbrach er die Nährstoffzufuhr durch Abschneiden der Kotyledonen. Es zeigte sich nach etwa 6 Wochen nicht nur eine Reduktion der Gefäßstrahlen, sondern auch eine Hemmung in der Ausbildung von Sklerenchymfasern.

Der Notwendigkeit eines Nährstoffstromes für die Ausbildung von Gefäßen scheint ein Versuch zu widersprechen, der von JOST [2]) angeführt wird (Fig 6). Er entfernte die Terminalknospe und das eine Primärblatt, machte einen Einschnitt durch das Epikotyl senkrecht zur Medianebene der Primärblätter und durchschnitt den unterhalb des wachsenden Primärblattes befindlichen Teil. Dadurch war der Nährstoffstrom von den Kotyledonen zu dem Primärblatt unterbrochen. Trotzdem zeigte sich in dem Teil oberhalb der Wunde eine normale Ausbildung von Gefäßen. Eine Mitwirkung des Nährstoffstromes von den Kotyledonen aus war dabei also ausgeschlossen. Nun hat aber JOST nachgewiesen, daß auch in Epikotylen, die oberhalb der Kotyledonen abgeschnitten waren und als Stecklinge behandelt wurden, beträchtliche Mengen von Gefäßen gebildet werden können, daß also, auch ohne weitere Zufuhr von den Kotyledonen aus, genügend Nährstoffe zur Gefäßbildung im Epikotyl vorhanden sind. Die Versuche mit abgeschnittenen oder eingegipsten Blättern zeigen aber, daß es nicht nur auf das Vorhandensein von Nährstoffen ankommt, sondern vor allem auf die Bewegung derselben. Als Ursache einer solchen Mobilisierung der Nährstoffe müssen wir aber die Annahme eines Reizes beibehalten, der von dem sich entwickelnden Blatt ausgeht. Dieser Reiz hat aber keine bestimmende Wirkung auf die Tätigkeit des Kambiums; diese muß vielmehr als ererbte Eigenschaft aufgefaßt werden, die unabhängig von irgendwelchen Einflüssen vor sich geht. Der Reiz verursacht lediglich die Wanderung der Nährstoffe und beeinflußt so sekundär die nach der Anlage einsetzende

1) FLASKÄMPER, P., Untersuchungen über die Gefäß- und Sklerenchymbildung usw. Flora N. F. Bd. I. H. 2. S. 207.

2) JOST, L., l. c. 1893. S. 98.

weitere Ausbildung der später verholzten Elemente, die ihrerseits nur von Ernährungsverhältnissen abhängig ist.

Zum Schluß dieser Arbeit möchte ich nicht verfehlen, Herrn Prof. Dr. JOST für das große Interesse zu danken, das er meinen Untersuchungen entgegengebracht hat.

Bonn-Poppelsdorf, Botanisches Inst. der Kgl. landw. Akademie.

Erklärung der Tafel XVIII.

1. Die ganze Plumula eingegipst.
2. Vom 9. V.—26. VI. 1908 eingegipst gewachsen.
3. Vom 9. V.—26. VI. 1908 normal gewachsen.
4. Vom 20. IX.—10. XI 1910 dekapitiert gewachsen.
5. Vom 9. V.—1. VI. 1908 eingegipst gewachsen, darauf vom 1. VI.—26. VI. 1908 frei entwickelt.
6. Nach JOST, Erklärung im Text.

59. W. Palladin: Über die Wirkung von Methylenblau auf die Atmung und alkoholische Gärung lebender und abgetöteter Pflanzen. (Zur Kenntnis der intrazellularen Bewegung des Wasserstoffs.)

(Eingegangen am 7. August 1911.)

Die in den Organismen vor sich gehenden Oxydationsprozesse sind von dreierlei Art: 1. Oxydationen infolge der Entnahme des Wasserstoffs. Solche Prozesse können sogar von einer Ausscheidung von Kohlensäure begleitet sein. So erhielt CIAMICIAN[1]) bei Einwirkung des Sonnenlichtes auf eine Mischung von Ameisensäure und Chinon—Hydrochinon und Kohlensäure:

$$HCO_2H + C_6H_4O_2 = C_6H_6O_2 + CO_2$$

2. Oxydationen auf Kosten des gebundenen Sauerstoffs.

3. Oxydationen auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffs. Viele Stoffe, welche die Fähigkeit besitzen, sich durch gebundenen Sauerstoff zu oxydieren, können sich nicht durch den freien Sauerstoff der Luft oxydieren. Die letztere Gruppe von Oxydationsprozessen erscheint daher besonders kompliziert und noch wenig erforscht. Unter tierischen Organen nehmen die Lungen gleich

1) G. CIAMICIAN und P. SILBER, Berichte chem. Ges. **34**, 1530, 1901 und folgende Bände.

den Pflanzen Sauerstoff aus der Luft auf. Vergleicht man die Beziehungen verschiedener tierischer Organe zu Methylenblau und verwandten Farbstoffen, so erweist es sich, daß „die Lunge den Ort des maximalen Reduktionsvermögens darstelle, und daß dieses Organ mithin befähigt sei, energischere Reduktionsleistungen zu vollziehen als jedes andere Organ“ [1]). Im Gegensatz hierzu ist das Reduktionsvermögen des Gehirns, in welchem die Oxydationsprozesse auf Kosten des gebundenen Sauerstoffs vor sich gehen, ein ganz minimales. Hieraus geht hervor, daß die Sauerstoffaufnahme direkt aus der Luft von energischen Reduktionsprozessen begleitet wird. Durch diesen Umstand wird unter anderem auch das Vorhandensein besonderer Stoffe in den Pflanzen erklärt, welche ein großes Oxydations- und Reduktionsvermögen besitzen und welche von mir [2]) als Atmungschromogene bezeichnet worden sind.

In der vorliegenden Untersuchung, die von Fräulein E. HÜBBENET und Fräulein M. KORSAKOW ausgeführt ist, habe ich die Aufgabe gestellt, die Wirkung des in Pflanzen eingeführten Methylenblaus auf deren Atmung festzustellen. Die etiolierten Stengelspitzen von *Vicia Faba* wurden zuerst einen Tag lang im Dunkeln auf 10proz. Saccharoselösung kultiviert, hierauf 10 bis 30 Minuten auf Filtrierpapier getrocknet und dann auf 1—2 Stunden in einen Atmungsapparat gelegt. Hierauf wurde eine Kontrollportion im Dunklen 2 Tage hindurch auf 10proz. Saccharose und die Versuchsportion auf 10proz. Saccharose und Methylenblau kultiviert und sodann die Energie der Atmung der beiden Portionen festgestellt. Die Samen von *Pisum sativum* wurden im Wasser aufgeweicht und die Schalen von ihnen abgezogen. Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure wurde vermittelst PETTENKOFERscher Röhren [3]) bestimmt. Die Alkoholmenge wurde vermittelst des Pyknometers [4]) festgestellt.

Versuch 1.

Etiolierte Stengelspitzen von *Vicia Faba*, CO_2 auf 100 g pro 1 Stunde. T. 17—18 °.

---

1) P. EHRLICH, Das Sauerstoff-Bedürfnis des Organismus, 1885, S. 40.

2) W. PALLADIN, Diese Berichte 1908, 1909.

3) W. PALLADIN und S. KOSTYTSCHEW. ABDERHALDENs Handbuch zu biochem. Arbeitsmethoden, III., 1910, S. 479.

4) l. c. S. 508.

	Kontrollportion (4,43 g)	Versuchsportion (4,39 g)
2 Stunden	118,5	112,7
		Methylenblau 0,5 pCt.
2 Stunden	102,7	173,1 (+ 69 pCt.)
2 Stunden	101,5	118,6 (+ 66 pCt.)
	Wasserstoffstrom	
2 Stunden	71,1	80,8 (+ 11 pCt.)
16 Stunden	40,6	27,4 (— 33 pCt.)
	Luftstrom	
1 St. 30 Min.	117,3	96,0 (— 19 pCt.)
	$\frac{J}{N} = 0{,}7$	$\frac{J}{N} = 0{,}48$

Versuch 2.

Etiolierte Stengelspitzen von *Vicia Faba*, CO_2 auf 100 g pro 1 Stunde. T. 18—19 °.

	Kontrollportion (8 g)	Versuchsportion (7,8 g)
		Methylenblau 0,5 pCt.
1 St. 45 Min.	52,8	109.8 (+ 107,9 pCt.)
	Wasserstoffstrom	
1 St. 45 Min.	48,5	71,7 (+ 47 pCt.)
	$\frac{J}{N} = 0{,}91$	$\frac{J}{N} = 0{,}65$

Versuch 3.

Etiolierte Stengelspitzen von *Vicia Faba*, CO_2 auf 100 g pro 1 Stunde. T. 18—19 °.

	Kontrollportion (3,8 g)	Versuchsportion (3,6 g)
		Methylenblau 1 pCt.
4 Stunden	52,0	95,3 (+ 81 pCt)
	Erfrorene im Wasserstoffstrom	
7 Stunden	17,1	16,7 (— 1,8 pCt.)
13 Stunden	5,6	5,1 (— 7,2 pCt.)
	Luftstrom	
24 Stunden	7,9	8,1 (+ 1 pCt.)

Versuch 4.

Samen von *Pisum sativum*. T. 19 °.

	Kontrollportion	Versuchsportion
1 St. 45 Min.	10,8	10,0
		Methylenblau 1 pCt.
1 St. 45 Min.	14,8	15,8 (+ 7 pCt.)
	Wasserstoffstrom	
1 St. 45 Min.	13,2	17,0 (+ 29 pCt.)
	$\frac{J}{N} = 0{,}68$	$\frac{J}{N} = 1{,}07$

Versuch 5.

Samen von *Pisum sativum*. T. 17—18 °.

	Kontrollportion	Versuchsportion
2 Stunden	14,8	14,2
		Methylenblau 0,5 pCt.
1 St. 5 Min.	19,3	21,4 (+ 11 pCt.)
	Wasserstoffstrom	
1 St. 5 Min.	15,9	22,2 (+ 39 pCt.)
7 Stunden	12,7	21,0 (+ 65 pCt.)
14 Stunden	13,1	19,2 (+ 47 pCt.)
	Luftstrom	
1 St. 5 Min.	17,5	33,3 (+ 90 pCt.)
8 Stunden	13,3	16,8 (+ 28 pCt.)
	Erfrorene im Luftstrom	
1 St. 5 Min.	29,5	29,1

Versuch 6.

Lebende Samen von *Pisum sativum*. 4 Portionen je 200 Samen. 2 Portionen (gefärbte) aus Methylenblaulösung und 2 Portionen (ungefärbte) aus Wasser. Versuchsdauer 24 Stunden. Temperatur 16,5 °. Wasserstoffstrom.

a) Ungefärbte Samen. $CO_2 = 560{,}4$ mg $C_2H_5OH = 575$ mg Alkohol in Kontrollportion = 70 mg. Also während des Versuches wurde gebildet = 505.

$$CO_2 : C_2H_5OH = 560{,}4 : 505 = 100 : 90.$$

b) Gefärbte Samen. $CO_2 = 680{,}0$ mg $C_2H_5OH = 758$ mg Alkohol in Kontrollportion = 81,4. Also wurde gebildet = 676,6 mg.

$$CO_2 : C_2H_5OH = 680\ (+\ 21\ pCt.) : 676{,}6\ (+\ 34\ pCt.) = 100 : 99{,}5.$$

Versuch 7.

Erfrorene Samen von *Pisum sativum*.

a) Ungefärbte Samen. $CO_2 = 489$. $C_2H_5OH = 425 - 70 = 355$.

$$CO_2 : C_2H_5OH = 489 : 355 = 100 : 72{,}5.$$

b) Gefärbte Samen. $CO_2 = 528$. $C_2H_5OH = 411{,}2 - 70 = 341{,}2$.

$$CO_2 : C_2H_5OH = 528\ (+\ 8\ pCt.) : 341{,}2\ (-\ 4\ pCt.) = 100 : 62{,}8.$$

Auf Grund solcher Versuche kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Bei Zutritt von Luft scheiden lebende mit Methylenblau gefärbte etiolierte Stengelspitzen von *Vicia Faba* beträchtlich mehr Kohlensäure aus als die Kontrollstengelspitzen. Gefärbte Samen von *Pisum sativum* werden in sehr geringem Maße stimuliert. Diese verschiedenartige Einwirkung des Methylenblaus auf die

Atmung der erwähnten Pflanzen steht in Abhängigkeit von den besonderen Eigenschaften ihrer chemischen Zusammensetzung. Je reicher das Objekt an Atmungschromogenen ist, um so stärker wird seine Atmung durch Methylenblau stimuliert.

2. Die bei Zutritt von Luft beobachtete stimulierende Wirkung von Methylenblau hört auf, nachdem die Pflanzen vermittelst niederer Temperatur abgetötet worden sind.

3. Im sauerstofffreien Raum beginnt die bei Luftzutritt beobachtete erhöhte Ausscheidung von Kohlensäure durch lebende gefärbte Stengelspitzen von *Vicia Faba* rasch nachzulassen und nähert sich allmählich dem von der Kontrollportion im sauerstofffreien Raum ausgeschiedenen Kohlensäurequantum. Lebende gefärbte Samen von *Pisum sativum* fahren im Gegenteil in einem Wasserstoffstrom fort, dieselben Mengen Kohlensäure auszuscheiden wie in der Luft. Die Kontrollportion hingegen scheidet im Wasserstoff beträchtlich weniger Kohlensäure aus als in der Luft.

4. Der Überschuß der in sauerstofffreiem Raum von gefärbten Samen von *Pisum sativum* ausgeschiedenen Kohlensäure wird von einer noch stärker erhöhten Alkoholbildung begleitet. Aus solchen Versuchen geht hervor, daß für die Bildung von Alkohol die Anwesenheit von Stoffen erforderlich ist, welche gleich dem Methylenblau imstande sind, gewissen während der Anaërobiose zur Bildung gelangenden Substanzen den Wasserstoff zu entnehmen.

St. Petersburg.

---

60. W. Docters van Leeuwen: Über die Ursache der wiederholten Verzweigung der Stützwurzeln von Rhizophora.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Eingegangen am 10. August 1911.)

„Näher zu untersuchen bleibt das Verhalten der Stützwurzeln der merkwürdigen Gattung *Rhizophora*", schreibt Goebel[1]).

Schon verschiedenen Forschern, welche die Mangrovevegetation beschrieben haben, ist die eigentümliche Verzweigung der Rhizophorenstützwurzeln aufgefallen. Die kräftigen an Stämmen

1) K. Goebel, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen 1908, S. 171.

und an Ästen festsitzenden Wurzeln erreichen den Boden nicht, ohne daß sie sich wiederholt verzweigt haben, so daß ein großes Netzwerk von Nebenwurzeln gebildet wird. GOEBEL[1]) und WARMING[2]) schreiben diese Verzweigung einer Verletzung der Wurzelspitze zu, während KARSTEN[3]) meint, daß die Hauptwurzelspitze zugrunde geht, weil die Bildungsstoffe den früher abzweigenden Nebenwurzeln zugeführt werden. Auch ist KARSTEN der Meinung, daß diese Verzweigung vorteilhaft für die Pflanze sei, indem die Wurzeln nun mehrere Stützpunkte im Schlamm bilden können.

Fig. 1. Zum Teil halbierte Wurzelspitze von *Rhiz. mucronata* Lam. Natürliche Größe.

Da ich in letzter Zeit wiederholt Gelegenheit hatte, diese interessanten Pflanzen zu beobachten, habe ich meine Aufmerksamkeit speziell auf obenstehende, durch GOEBEL gestellte Frage gerichtet. In der direkten Umgebung von Semarang sind die Arten der Gattung *Rhizophora* ziemlich selten und wachsen zum größten Teil nur kleinere Exemplare derselben. Das einzige sehr schöne Exemplar von *Rhizophora conjugata* L., das fern vom Meere in einem kleinen Fischteich wächst, ist sehr regelmäßig ausgebildet, und seine Stützwurzeln zeigen gar keine Verletzung, sondern erreichen unverzweigt den Boden.

In der Nähe von Koeripan und Roban, zwei kleinen Dörfern, die in drei Stunden mit der Eisenbahn von Semarang aus zu erreichen sind, finden sich aber einige sehr schöne Mangrovewälder. Hier sind Tausende von Exemplaren von *Rhizophora mucronata* Lam. zu finden. Schon verschiedene Male hatte ich diese Gegend besucht und die Verzweigung der Stützwurzeln untersucht. Dabei ward mir ganz sicher.

Fig. 2 Teil einer Stützwurzel von *Rhiz. mucronata* Lam., wiederholt von Borkenkäfern inf. iziert. Vergr. $^3/_4$ mal.

1) K. GOEBEL, Pflanzenbiologische Schilderungen 1889, Teil I. S. 115.

2) E. WARMING, Tropische Fragmente 2. *Rhizophora* Mangle in ENGLERS Bot. Jahrb. IV, 1883. (Zitiert nach GOEBEL.)

3) G. KARSTEN, Über die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel, 1891, S. 61.

daß das Absterben der Wurzelspitzen nicht entstanden war infolge des Auswachsens der Nebenwurzeln, denn viele Wurzeln zeigten schon eine verdorrte Spitze ohne daß eine Spur von Nebenwurzeln zu bemerken war. Da ich im Anfang wohl auf die verdorrten Spitzen, nicht aber auf die noch gut lebenden Wurzelenden achtete, konnte ich die Ursache des Absterbens nicht auffinden. Die abgestorbenen Teile waren freilich wohl hohl, aber selbst keine Spur eines Tieres war darin zu entdecken. Meine Aufmerksamkeit wurde schließlich aber auf die jungen ganz frischen Wurzelspitzen gelenkt, als ich auf denselben kleine Anhäufungen von einem gelben Pulver fand, welche unstreitig das Resultat des Bohrens eines holzfressenden Käfers waren. Nach Zerspaltung der Wurzel kam das Tierchen auch bald zum Vorschein. Es war eine kleine dunkelbraune Scolytide, eine noch nicht näher untersuchte Art dieser großen Käferfamilie, von welchen auch in den Tropen verschiedene Repräsentanten den Gewächsen großen Schaden verursachen können. Die kleinen Käfer gehen quer durch die Rinde nach innen und fressen sich dann im Marke der Wurzel einen unregelmäßigen Gang nach oben zu aus, wie das in Figur 1 zu sehen ist. Das gelbliche Bohrmehl wird dabei nach außen befördert und bleibt in kleinen Anhäufungen an dem Eingang des Fraßganges sitzen. Bei Hunderten waren die jungen Wurzelspitzen angefressen und von den Tierchen getötet. Die völlig gerunzelte Spitze bleibt dann noch lange sitzen. Ungefähr ein Zentimeter oberhalb des getöteten Teiles entstehen dann eine oder zwei (oder auch wohl mehr) Nebenwurzeln. Nachher stirbt die Hauptwurzel bis zur Basis der Nebenwurzeln ab. Oft werden auch diese wieder infiziert, so daß man mehrere Wurzeln finden kann, die auf einer Länge von 30 cm aus 4 bis 5 Nebenwurzeln bestehen, wodurch hier ganze Wurzelsympodien (Fig. 2) entstehen, wie GOEBEL solche künstlich an den Luftwurzeln von *Norantea guianensis* erzeugt hat. (GOEBEL 1, Fig. 78 A, Seite 170.)

Das Fressen der Scolytiden ist, wenigstens an den Stellen, welche ich untersucht habe, den Pflanzen gar nicht vorteilhaft, sondern oft sehr schädlich.

61. Widar Brenner: Untersuchungen über die Stickstoffernährung des Aspergillus niger und deren Verwertung.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 28. August 1911.)

Um der Lösung dieser Frage, woran ich bereits seit anderthalb Jahren gearbeitet habe, näher zu kommen, habe ich mir folgendes zur Aufgabe gestellt:

1. Zu ermitteln, welche N-Substanzen der Pilz ausnutzen kann, welche nicht.

2. Die Brauchbarkeit der resp. N-Verbindungen durch Abwägen der Ernten bei ihren Maximalgrößen zu messen.

3. Vermittels Abwägens der Ernten in verschiedenen Stufen auf die Entwickelung achtzugeben.

4. Falls möglich zu beobachten, wie die Nährlösung durch die Lebenstätigkeit des Pilzes verändert wird.

5. Durch quantitative Analyse der Ernte und der nachgebliebenen Nährlösung darzutun, in welcher Ausdehnung die Assimilation stattgefunden hat, sowie quantitativ zu bestimmen, in welcher Gestalt der N zurückgeblieben war.

In erster Linie und am vollständigsten ist das Verhalten des Pilzes gegen folgende N-Substanzen Gegenstand der Untersuchungen gewesen: das NH_4-Chlorid, -Nitrat, -Formiat und Oxalat, Natriumnitrat, Formamid und Carbamid. Außerdem sind noch etwa 30 Verbindungen auf ihre Nährfähigkeit hin geprüft worden.

Die Grundnährlösung, welche benutzt wurde, enthielt pro Liter destillierten Wassers:

50 g Dextrose (KAHLBAUM gerein.)
2,50 g KH_2PO_4 (krist.)
1,25 g $MgSO_4$ „

Jede N-Verbindung, deren Einfluß beobachtet werden sollte, wurde stets in Mengen zugefügt, die mit 0,5proz. NH_4Cl äquivalent waren.

Die Versuchstemperatur betrug in allen Fällen 35° C.

Um streng vergleichbare Erntezahlen zu erhalten, kann es nicht genügen, sämtliche Kulturen nach derselben Zeit, von der Aussaat an gezählt, zu unterbrechen, um sie zu wägen, sondern man

muß durch Serien, deren einzelne Kulturen nach verschiedenen Zeiträumen geerntet werden, diejenige Wachstumszeit aufsuchen, die die größte Ernte entstehen läßt. Die Maximalwerte erst sind miteinander zu vergleichen. Galt es Proben, die wie gewöhnlich 100 cm^3 der Nährlösung umfaßten, so war dieses Zeitoptimum für viele Substanzen 4—5 Tage, aber es gab auch solche, die noch nicht durch halbmonatiges Wachsen zum Aufhören desselben gelangt waren. Eine gemeinsame, ziemlich lange Wachstumszeit allen Kulturen zu gestatten, so wie es die meisten Autoren auf diesem Gebiete vorher getan haben, kann deshalb nicht empfohlen werden, weil die Ernte immer, sobald das Zeitoptimum vorüber ist, infolge Nahrungsmangels zu degenerieren anfängt, eine Erscheinung, die hauptsächlich durch beträchtliche Gewichtsabnahme gekennzeichnet ist.

Um auf den Zuwachs und die Degeneration, d. i. die ganze Entwickelung, achtzugeben, sowie gleichzeitig das Zeitoptimum zu bestimmen, wurde eine Anzahl von Kulturen angesetzt und je eine täglich in 12 Tagen geerntet. Wenn man die Zahlen, die man durch Wägen der verschiedenen Ernten erhält, in ein Koordinatensystem einträgt, entsteht eine Kurve, deren Scheitelpunkt das Zeitoptimum angibt und deren schrofferes oder langsameres Ansteigen und Fallen von dem Zuwachs und der Degeneration und zugleich von der Intensität der Assimilation bzw. der Atmung unter dem Einfluß verschiedener N-Nahrungen ein getreues Bild gibt.

In welcher Richtung die Lebenstätigkeit des Pilzes in einem gewissen Zeitraum vor sich gegangen ist, z. B. ob durch die Degeneration NH_3 oder andere, möglicherweise giftige oder überhaupt untaugliche Produkte in die Lösung gelangt sind, ist dadurch am leichtesten darzutun, daß man, bildlich gesprochen, einer folgenden Generation über die Lebenstätigkeit der vorhergehenden zu berichten gestattet. Nach Erneuerung der Kohlenstoffquelle läßt man abermals Kulturen in den nachgebliebenen Lösungen verschiedenen Alters zustande kommen. Diese geben dann sowohl durch ihr Aussehen als Gewicht die vorhandenen Nahrungsbedingungen kund.

Außer auf diesem Weg ist die Zusammensetzung der nachgebliebenen Lösungen wie auch der N-Gehalt der Ernte durch genaue, quantitative N-Bestimmungen ermittelt worden, welche sowohl den Total- als NH_4- und NO_3-N betrafen. Durch die erhaltenen Zahlen, die später veröffentlicht werden sollen, ist das Verhalten des *Aspergillus* gegen NH_4Cl, NH_4NO_3 und NH_4COOH befriedigend aufgeklärt worden; betreffend $NaNO_3$ und $CO(NH_2)_2$ herrscht noch trotz zahlreicher Kulturen und Analysen in manchen

Hinsicht Dunkel. Die Untersuchungen über $(NH_4COO)_2$ und $HCONH_2$ sind noch durch Analysen zu komplettieren.

Was die große Zahl von geprüften N-Verbindungen angeht, mögen die bisherigen allgemeinen Resultate in aller Kürze schon hier gegeben werden.

Unter den Stoffen, die Versuchsobjekte gewesen sind, hat eine Mehrzahl sich als ungeeignet gezeigt, das N-Bedürfnis des Pilzes zu befriedigen, teils weil sie giftig gewirkt haben, teils nur deshalb, weil der Organismus Mittel entbehrt hat, dieselben zu bearbeiten. Zur ersten Kategorie gehören zweifellos außer dem freien NH_3 das $NaNO_2$, NH_4-Valerianat und KCN; zur letzteren die große Mehrzahl untauglicher Verbindungen wie: Tetramethylammoniumchlorid, Nitroguanidin, Nitromethan, iso-Amylaminacetat, Pyridinchlorid und Piperidinchlorid.

Gilt es eine Rangskala für die tauglichen N-Verbindungen aufzustellen, so gibt es zwei Umstände, die vor allem in Betracht kommen müssen, nämlich einerseits die Größen der Maximalernten und die davon abhängigen ökonomischen Koëffizienten, andererseits diejenige Zeit, die zum Gewinnen der größten Ernte erforderlich war. Von diesen Faktoren ist das Gewicht der Ernte dem Nahrungswert proportional, die Erntezeit dagegen demselben umgekehrt proportional. In Hinsicht hierauf können die Verbindungen in folgender Weise geordnet werden:

Zuerst kommen NH_4-Laktat, -Tartrat und Asparagin sowie wegen sehr kurzer Wachstumszeit NH_4-Succinat und -Oxalat.

In zweiter Linie stehen die NH_4-Salze der Mineralsäuren und zwar in der Reihenfolge: Sulfat, Chorid, Nitrat, Phosphat. Denselben Nahrungswert besitzt auch Carbamid.

Dann folgen NH_4-Acetat und Formiat. Das Formamid, welches eine ebenso große Erntezahl gibt, muß hinsichtlich der einen Tag längeren Wachstumszeit ein wenig hinter dieselben gestellt werden. Hier schließt sich auch das Nitrosodimethylaminchlorid an, in welchem der Amin-N der nährende Bestandteil sein dürfte. Das Natriumnitrat liefert eine mäßige Ernte, aber bedarf dazu 5 Tage. Hierher gehört auch das Pyridinnitrat, in welchem der Pyridinrest ebenso passiv zu sein scheint wie das Natriumatom im ersten Salze.

Norm.-Butylaminchlorid nimmt eine Stelle gleich nach den Nitraten ein. Die iso-Verbindung hat ihren Platz nicht wenig weiter entfernt. Der Unterschied in der Konfiguration der Kohlenstoffkette tritt durch dieses Beispiel aufs deutlichste hervor.

Zwischen den norm.- und iso-Butylaminsalzen haben das Guanidinnitrat und -Chlorid ihre Plätze.

Unter den Letzten kommen iso-Amylaminchlorid, Hydroxylaminsulfat, Benzylaminsulfat und Dicyandiamid. Zuletzt sei genannt das Acetonitril, welches nach $1^1/_2$ Monaten so viel Pilzmycel ergab, daß diese, zwar sehr geringe Menge offenbar nicht etwaigen stickstoffhaltigen Verunreinigungen zuzuschreiben war.

Die weiteren Aufgaben galten das Leben des Pilzes zu verfolgen in Hinsicht sowohl auf die Ernte selbst, als auch auf die Veränderungen, welche von dieser in der Lösung hervorgerufen werden.

In allen näher untersuchten Fällen ist ein Wachsen bis zu einem bestimmten Tag, bei vorhandenem Zuckergehalt, meist dem vierten, konstatiert worden. Ebenso durchgängig war die von dieser Zeit an beginnende Erscheinung der Degeneration. Die Veränderungen, die innerhalb der Zuwachsperiode stattfanden, bestanden außer der Abnahme der Nahrungsquantitäten, aus einer Abscheidung meist unnützer, von der N-Quelle stammender Stoffe. Waren diese sauren Charakters, so blieben sie als solche in der Lösung, waren sie dagegen alkalisch, so wurden sie durch gebildete Oxalsäure neutralisiert. Die Degeneration brachte eine Exkretion des durch die Atmung auf Kosten der Pilzsubstanz überschüssig gewordenen Stickstoffs mit sich, sei es, daß dasselbe als NH_3 oder in organischer Bindung auftrat.

Die letzte Aufgabe war, quantitative Analysen anzustellen, um die Ausdehnung und den näheren Verlauf der Assimilation und Dissimilation zu verfolgen.

Bei den vorhandenen Nahrungsbedingungen, also bei der Gegenwart von 0,5 g NH_4Cl entsprechenden Mengen N-haltiger Verbindungen nahm eine gute Ernte etwa die Hälfte dieses Quantums auf. Die N-Prozente der ersten Ernten hielten sich unabhängig von der Art der Nahrung auf ungefähr 4,5 pCt. Dagegen scheinen sowohl die Konzentration der N-Quelle in der Lösung, als das Alter der Ernte geeignet zu sein, auf den N-Gehalt dieser letzteren zu wirken. War die N-Zufuhr gering, mußte der Pilz ökonomisch verfahren und enthielt folglich den N in einer kleineren Prozentzahl. Hat die Degeneration einmal begonnen, so sollte man meinen, daß nichts den Organismus zu einer verhältnismäßig zu großen N-Abgabe zwingen würde. Eine solche findet jedoch statt, und die Folge ist, daß degenerierte Ernten immer prozentweise weniger N enthalten.

Was die quantitative Zusammensetzung der nachgebliebenen Nährlösungen betrifft, so haben sie in vielen Fällen so große Verschiedenheiten gezeigt, daß darüber etwas Allgemeingültiges kaum zu sagen ist. In dieser Hinsicht muß auf die später zu veröffentlichenden speziellen Resultate verwiesen werden.

Obige Arbeit wurde auf Anregung des Herrn Professor FR. ELFVING im botanischen Institut der Universität Helsingfors, Finnland, ausgeführt.

62. C. Wehmer: Die Natur der lichtbrechenden Tröpfchen in den Sporen des Hausschwamms (Merulius lacrymans).

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 21. September 1911.)

Über die Natur der oft erwähnten stark lichtbrechenden Inhaltskörper der Hausschwammsporen sind die Meinungen geteilt: R. HARTIG sah sie als Fetttropfen an und ließ sie bei der Keimung verbraucht werden[1]). Nach anderen sollten sie sich aber nicht in Fettlösungsmitteln auflösen (SCHAUDER), C. MEZ äußert keine bestimmte Ansicht, er beschränkt sich auf Wiedergabe der früheren Meinungen[2]). A. MÖLLER ließ solche Sporen mit glänzenden Tröpfchen nicht als normal gelten, sie sollten „vertrocknet oder sonstwie geschädigt" sein[3]).

Man überzeugt sich unschwer, daß zunächst die letztgenannte Anschauung unzutreffend ist, das Gegenteil ist richtig, denn gerade alle jungen, direkt vom Hymenium präparierten Sporen enthalten diese Gebilde als regelmäßigen Bestandteil. Am nächsten liegt ja die Deutung als Fetttropfen, sie ist aber tatsächlich nicht richtig, wie mir einige Versuche zur Aufklärung ihrer Natur alsbald zeigten.

Bei der Untersuchung einer größeren Zahl von Sporen in

1) HARTIG - v. TUBEUF, Der echte Hausschwamm, 2. Aufl. 1902, S. 24.

2) C. MEZ, Der Hausschwamm und die übrigen holzzerstörenden Pilze, 1908, S. 43.

3) s. bei MEZ l. c.

verschiedenen Entwicklungsstadien, die jungen und alten Fruchtkörpern meiner Kulturen entstammten, ergab sich alsbald, daß die Tropfen allerdings ein unregelmäßiger Begleiter der Sporen sind, aber nur insofern, als sie alten trocknen Sporen regelmäßig

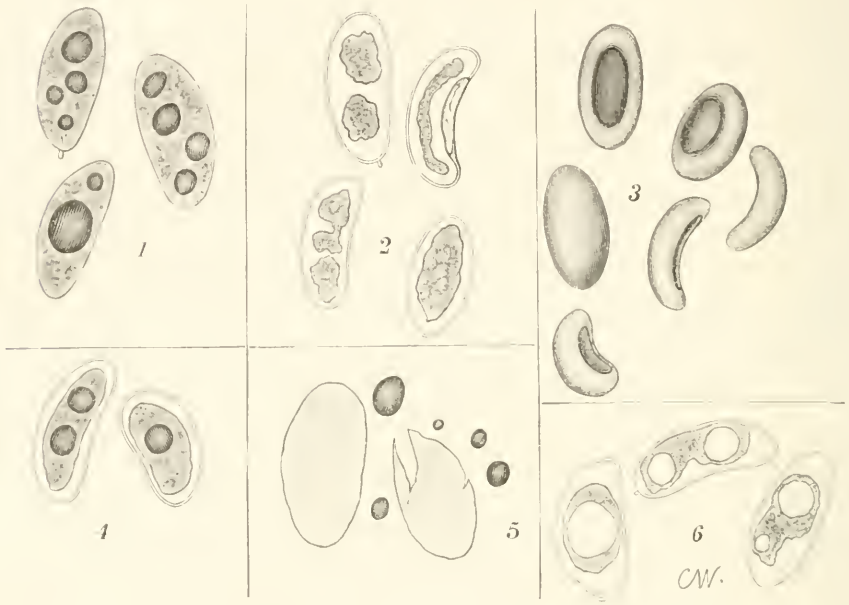


Fig. 1: Frische reife Sporen direkt von Hymenium präpariert. Mit Öltröpfchen im Plasma.

Fig. 2: Alte trockne Sporen von einem zerfallenen Fruchtkörper (ca. 2 Monat alt). Ohne Öltröpfchen, nur das eingetrocknete Plasma zeigend. Vorder- und Seitenansicht, unter Wasser liegend.

Fig. 3: Wie Fig. 2, doch in Luft liegend.

Fig. 4: Frische Sporen (wie Fig. 1) nach Zusatz von Jod-Jodkalium-Lösung. Membran, Plasma und Tröpfchen zeigend.

Fig. 5: Leere Sporenhäute und Tröpfchen, nach Zerdrücken unter Deckglas.

Fig. 6: Abgeworfene ältere Sporen in trockner Luft aufbewahrt. Tröpfchen sind nicht mehr vorhanden, an deren Stelle Hohlräume im Plasma. Vergrößerung ziemlich gleichmäßig ca. 2000. Die deutliche Doppelcontour der Membran ist im optischen Durchschnitt nur in Fig. 2, 4 und 6 angedeutet.

fehlen, in jungen noch nicht ausgetrockneten dagegen stets vorhanden sind.

Diese Tatsache klärte sich dann dahin auf, daß es sich um einen flüchtigen Inhaltskörper handelt, der offenbar alsbald ver-

dunstet. Man kann die lichtstarken Kügelchen der mikroskopischen Präparate in weniger als einer Stunde verschwinden lassen, indem man den Objektträger z. B. in einen gewöhnlichen Trockenschrank des Laboratoriums legt. Gleiches erreicht man nach längerer Zeit, wenn man frische Sporen einfach an der Luft eintrocknen läßt; dementsprechend sind auch länger aufbewahrte oder solche von älteren Fruchtkörpern natürlich frei davon. Man sieht im Innern dann nur den geschrumpften Plasmakörper, im ersteren Falle treten jetzt die vorher mit dem flüchtigen, stark lichtbrechenden Stoff angefüllten Hohlräume des Plasmas (Fig. 1) oft noch sehr schön hervor, nur das Lichtbrechungsvermögen fehlt ihnen, man könnte sie für richtige Vacuolen halten (Fig. 6).

Vorher hatte ich schon Versuche, der Substanz mikrochemisch näherzukommen, ohne Ergebnis angestellt, hierfür wurden die Sporen unter dem Deckglas zerdrückt, nur so ist man sicher, daß das Reagens auch genügend mit der Substanz in Berührung kommt; Osmiumsäure, Jod-Jodkalium waren ohne Wirkung, letztere Lösung färbt aber die Zellhäute leicht grau. Fett, Glykogen, granuloseartige Substanz liegen also nicht vor.

Die farblosen Tröpfchen bestehen hiernach wohl aus einem ätherischen Öl. Erst mit dem Eintrocknen der Sporen kann es entweichen, benetzt die trocken gewordenen Teile und verdunstet. Vielleicht ist der angenehme champignonartige Geruch trockner *Merulius*-Fruchtkörper (natürlich nicht der verfaulenden!) auf dieses zurückzuführen, er schwindet bekanntlich gleichfalls mit der Zeit; frische noch lebende riechen aber nicht. Ähnliches würde dann von anderen Pilzen mit gleichem Geruch gelten können. Genügende Mengen zur Untersuchung in Substanz würden sich freilich schwer beschaffen lassen.

Das von HARTIG mit der Keimung in Verbindung gebrachte Verschwinden der Tropfen ist also lediglich Folge der Verflüchtigung, von einer physiologischen Bedeutung derselben ist wohl kaum die Rede; zutreffend bildet aber HARTIG schon ihr Vorkommen in jungen normalen Sporen ab, als ganz regelmäßig vorhanden gibt sie auch MEZ an, offenbar bezieht sich das eben auf die frischen Sporen. Weshalb nun zufolge A. MÖLLER[1]) nur die tröpfchenfreien, eine zentrale helle Partie im Innern zeigenden Organe keimfähig sein sollen, ist nicht recht zu sehen, es sei denn, daß derselbe damit alte trockene Sporen meint; für mich gelten

1) Hedwigia, 1903, **42**, [9].

*Merulius*sporen aber — auf Grund besonderer Versuche im Gegensatz zu sonstigen Angaben — bei 20° überhaupt nicht als keimfähig, am allerwenigsten natürlich alte mit völlig geschrumpftem und nicht wieder quellbarem, also totem Plasmakörper.

Der in früheren Abbildungen nicht immer genau wiedergegebene Sporenbau bietet sonst nichts Auffälliges: ein ziemlich homogenes farbloses Plasma füllt das Ganze aus, Plasmolyse läßt die doppelt contourierte braune Haut unschwer hervortreten, ebenso gut sieht man sie an getrockneten Exemplaren (Dicke ca. 0,6 μ), ein Kern tritt nicht ohne weiteres heraus. Die äußere Form hängt vom Wassergehalt ab, frisch elliptisch in der Vorderansicht, die Seitenansicht zeigt die bekannte Abplattung der Bauchfläche bei stärker convexer Rückenseite (Bohnenform): Wasserverlust führt zu einseitigem Schrumpfen der Bauchseite, seitlich gesehen hat man jetzt ausgesprochene Bohnen- bis Sichelform, allerdings mit Abrundung der Spitzen. Abbildungen der Literatur, welche diese Gebilde concav-convex darstellen[1]), entsprechen also dem Aussehen von unter Deckglas in Luft liegend untersuchten trocknen Sporen (Fig. 3). Als Kunstprodukte erhält man solche Bilder natürlich bei Einwirkung wasserentziehender Mittel (Glycerin, Chlormagnesium usw.). Ähnliches Einstülpen eines Membranteiles hat man bekanntlich u. a. bei alten *Rhizopus*-Columellen.

In Übereinstimmung mit bisherigen Literaturangaben konnte ich die Größenverhältnisse sowohl bei den selbst gezogenen wie bei solchen verschiedener Provenienz — wenn es sich wirklich um *Merulius lacrymans* handelte — ausnahmslos zu rund 8,5 – 12 : 5,4—8 μ bestimmen, unerhebliche Abweichungen fallen nicht ins Gewicht, SACCARDO gibt 10—12 : 5—6 μ, MEZ 9—12 : 5,5—6,5 μ an[2]); meine Messungen gelten für in Wasser unter Deckglas liegende reife Sporen verschiedenen Alters, deren Durchschnittsgröße also mit 10 : 6 μ ziemlich zutreffend angesetzt werden darf. Merklich kleinere oder größere gehören — worin ich dem Letztgenannten beistimme — anderen Spezies an. Keimporen habe auch ich nicht aufgefunden, selbst der kleine als Stielende gedeutete zarte

1) So bei MALENKOWIC, Die Holzkonservierung im Hochbau, 1907, S. 124, Fig. 13. Das stärker vergrößerte Bild zweier Sporen auf S. 125 gibt zwar die normale Form annähernd wieder, ist aber bezüglich des mikroskopischen Baues denn doch allzu schematisch gehalten.

2) MEZ l. c. 44. — Die Normierung der Sporenlänge zu 8,5 μ (so in der Diagnose bei R. FALCK, „Lenzitesfäule", p. VII) ist also nicht zutreffend.

farblose Vorsprung am unteren Pol (Sterigmenansatz) ist auch mit stärkeren Systemen nicht leicht zu bearbeiten.

Hannover, Bacteriolog.-Techn.-Laboratorium der Technischen Hochschule.

63. Hans Molisch: Über das Vorkommen von Saponarin bei einem Lebermoos (Madotheka platyphylla).

(Eingegangen am 2. Oktober 1911.)

Bekanntlich kommt bei einigen Phanerogamen gewöhnlich in der Epidermis der Laubblätter ein gelöster Stoff vor, der sich mit Jodjodkaliumlösung blau bis violett färbt und der deshalb früher als „lösliche oder formlose Stärke" bezeichnet wurde. Aber schon DUFOUR[1]) hat auf Grund einer genaueren Untersuchung dargetan, daß der von SANIO bei *Gagea lutea* entdeckte Körper mit Stärke nichts zu tun hat, und BARGER[2]), der diesen Stoff zuerst aus *Saponaria officinalis* isoliert hat, zeigte, daß es sich um ein Glykosid von der Formel $C_{21}H_{24}O_{12}$ handelt und nannte es Saponarin.

DUFOUR untersuchte etwa 1300 Pflanzen und fand unseren Körper nur bei etwa 20 Phanerogamen. Es sind, wenn ich noch die Beobachtungen anderer Forscher hinzunehme, die folgenden:

Caryophylleae:	*Saponaria officinalis* L., *Gypsophila perfoliata* L., *G. scorzonerifolia* (?), *G. repens* L., *G. paniculata* L., *G. elegans* Bieb., *Tunica Saxifraga* Scop.
Cruciferae:	*Alliaria officinalis* Andrz.
Papilionaceae:	*Orobus vernus* L.
Malvaceae:	*Hibiscus syriacus* L.

1) DUFOUR, J., Recherches sur l'amidon soluble et son rôle physiologique chez les végétaux. Extrait du Bulletin de la Soc. vaud. des sciences natur. vol. XXI, Nr. 93. Hier auch die gesamte einschlägige Literatur.

2) BARGER, S., Saponarin, ein neues, durch Jod blau gefärbtes Glykosid aus *Saponaria*. Ber. d. deutsch. chem. Ges. Jg. XXXV, Hft. 7, 1902, S. 1296.

Derselbe: Saponarin, a New Glucoside, Coloured Blue with Jodine. From the Transactions of the chemical Society 1906. Vol. 89, p. 1210—1224.

Siehe auch: ABDERHALDEN, Biochem. Handlexikon. 1911, VI. Bd., S. 54.

Cucurbitaceae:	*Bryonia dioica* Jacq.
Compositae:	*Centaurea paniculata* W.
Liliaceae:	*Gagea lutea* Schultz, *Ornithogalum umbellatum*, *O. nutans*, *O. lanceolatum*, *O. longebracteatum*.
Gramineae:	*Bromus erectus* Huds., *Hordeum vulgare* L., *H. hexastichum* L., *H. distichum* L., *H. coeleste* Vib., *H. trifurcatum* Schl., *H. murinum* L.

Bei einigen anderen Pflanzen waren die Reaktionen schwankend und unsicher, so daß DUFOUR darüber im Zweifel blieb, ob es sich in diesen Fällen um Vorkommen von „löslicher Stärke" handelt.

Wie sich aus der obigen Liste ergibt, kommt das, was man als „lösliche Stärke" bezeichnet hat, in den verschiedensten, im System weit auseinanderliegenden Familien vor, die alle den Phanerogamen angehören.

Da BARGER die „lösliche Stärke" nur bei *Saponaria officinalis* studiert und als Glykosid erkannt hat, so bleibt es vorläufig fraglich, ob auch bei den anderen angeführten Pflanzen jener im Zellinhalt gelöste Körper, der sich mit Jodjodkaliumlösung violett färbt, Saponarin ist. Mit großer Wahrscheinlichkeit aber kann man wenigstens für die Fälle, wo auf mikrochemischem Wege die charakteristischen Kristalle der Jodverbindung des fraglichen Körpers erhalten worden sind, annehmen, daß es sich auch hier um Saponarin handeln dürfte. Aus diesem Grunde und weil der Name „lösliche Stärke" auf keinen Fall gerechtfertigt und überdies irreführend erscheint, halte ich es für zweckmäßig, anstatt des Ausdrucks „lösliche Stärke" vorläufig den Namen Saponarin zu gebrauchen.

Diesen Körper habe ich nun bei einer kryptogamen Pflanze, nämlich bei dem Lebermoos *Madotheka platyphylla* feststellen können. Wenn man von diesem nicht selten an Bäumen, Steinen oder Felsen im lockeren Rasen vorkommenden Moose ein Blatt oder ein Stück eines beblätterten Sprosses in einen Tropfen einer Jodjodkaliumlösung legt, so färbt sich der Zellinhalt tief blau oder violett. Eine genauere Betrachtung lehrt sofort, daß es sich hier nicht etwa um autochthone Stärke der Chlorophyllkörner oder um außerhalb derselben liegende Stärkekörner handelt, denn von solchen ist nichts zu sehen, sondern daß die Färbung von einer Substanz herrührt, die in dem früher farblosen Zellinhalt gelöst war.

Dieselbe Reaktion tritt auch nach Behandlung mit Jodwasser und mit dampfförmigem Jod ein. Jodalkohol zieht das Saponarin aus, ohne den Inhalt violett zu färben, sobald aber der Alkohol vollends verdampft ist, färbt sich das ausgefallene Saponarin besonders am Rande des Deckglases nach und nach schön violett und nicht selten findet man dann die Jodverbindung des Saponarins in schönen zu sternartigen Aggregaten gruppierten Kristallnadeln oder in Form einer ungemein charakteristischen, aus spinnwebartigen oder fädigen Kristallen bestehenden Masse, die gleich einem zarten violetten Filz oder Schleier den Objektträger bedeckt. Dasselbe erreicht man auch, wofern man Blätter mit Wasser unterm Deckglas zum Sieden erhitzt, das Wasser verdampfen läßt und dann Jodjodkaliumlösung hinzufügt.

Beim Erwärmen verliert die violette Jodverbindung des Saponarins ihre Farbe, gewinnt sie aber beim Abkühlen wieder. Die Jodverbindung läßt sich sehr lange aufbewahren, ohne ihre Färbung an der Luft zu verändern. Der Farbenton, der bei der Jodreaktion entsteht, ist sehr verschieden. Er schwankt zwischen blau und rotviolett und hängt von der Jod- und Wassermenge ab. Bei Zusatz von Wasser färben sich die rotvioletten Kristalle blauviolett oder blau und lösen sich nach einiger Zeit auf.

Da ich in der Reaktion des in den Blättern von *Madotheka* vorkommenden Stoffes sowie in den Eigenschaften seiner Jodverbindung, wenn auch nur auf mikrochemischem Wege, vollständige Übereinstimmung mit dem Saponarin feststellen konnte, so scheint es mir sehr wahrscheinlich, daß bei *Madotheka platyphylla* Saponarin vorkommt. Vielleicht fühlt sich ein Chemiker durch diese Zeilen angeregt, eine makrochemische Untersuchung durchzuführen. Sie ist, da *Madotheka* leicht in größeren Mengen gesammelt werden kann, durchführbar und wird, wie ich vermuten darf, die mikrochemische Analyse bestätigen.

Es war auch von Interesse, zu untersuchen, ob im Bereiche der Lebermoose das Saponarin nur auf *Madotheka* beschränkt ist oder ob es hier vielleicht größere Verbreitung aufweist. Zu diesem Zwecke habe ich 27 Gattungen beziehungsweise 36 Arten geprüft. Die Prüfung kann sowohl an frischen wie an Herbarexemplaren erfolgen, denn das Saponarin hält sich in den Zellen der Herbarpflanzen ausgezeichnet, konnte ich doch an getrockneten Exemplaren, die bereits 60 Jahre alt waren, noch immer bequem die charakteristische Jodreaktion erhalten.

Verzeichnis der Lebermoose, die auf Saponarin untersucht wurden:

Post. Nummer	Name	Ergebnis
1	*Riccia fluitans*	negativ
2	„ *minima*	„
3	„ *crystallina*	„
4	„ *natans*	„
5	„ *glauca*	„
6	*Anthoceros laevis*	„
7	*Duvallia rupestris*	„
8	*Fegatella conica*	„
9	*Preissia commutata*	„
10	*Marchantia polymorpha*	„
11	*Lunularia vulgaris*	„
12	*Metzgeria pubescens*	„
13	*Aneura palmata*	„
14	„ *pinguis*	„
15	*Pellia epiphylla*	„
16	*Blasia pusilla*	„
17	*Frullania Tamarisci*	„
18	*Fossombronia pusilla*	„
19	*Lejeunia serpyllifolia*	„
20	***Madotheka platyphylla***	positiv
21	*Radula complanata*	negativ
22	*Ptilidium ciliare*	„
23	*Trichocolea Tomentella*	„
24	*Physiotium sphagnoides*	„
25	*Mastigobryum deflexum*	„
26	„ *trilobatum*	„
27	*Calypogeia Trichomanes*	„
28	*Chiloscyphus pallescens*	„
29	„ *polyanthus*	„
30	*Lophocolea heterophylla*	„
31	„ *bidentata*	„
32	*Jungermannia Michauxii*	„
33	„ *hyalina*	„
34	*Scapania nemorosa*	„
35	*Plagiochila asplenoides*	„
36	*Alicularia scalaris*	„

Unter den wahllos untersuchten 36 Lebermoosarten war also *Madotheka platyphylla* die einzige, welches Saponarin enthielt — ein in phytochemischer Hinsicht nicht uninteressantes Resultat. Der Fall, daß ein Stoff in einer großen Familie oder Ordnung nur bei einer einzigen oder nur wenigen Gattungen in Erscheinung tritt, steht nicht vereinzelt da. Ich erinnere z. B. an das Vorkommen von Indikan beim Waid, *Isatis tinctoria*.

Nur bei dieser Crucifere ist Indikan nachgewiesen worden. Ebenso wie das Indikan bei ganz verschiedenen, den verschiedensten Familien angehörenden Gattungen auftritt[1]), genau so ist es auch

1) Molisch, Hans, Das Vorkommen und der Nachweis des Indikans in der Pflanze usw. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Mathem.-naturw. Kl. Bd. CII. Abt. I, 1893, S. 287.

bei dem Saponarin. Hingegen gibt es Stoffe, die wieder für ganze Ordnungen oder Familien charakteristisch sind und die für Verwandtschaft solcher Gewächse geradezu als Stützen angesehen werden können. Ein ausgezeichnetes Beispiel ist das so allgemeine Vorkommen von Myrosin bei den Cruciferen.

Pflanzenphysiol. Institut der k. k. Wiener Universität.

64. A. A. Sapèhin: Über das Verhalten der Plastiden im sporogenen Gewebe.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 5 etwas schematisierten Textfiguren.)

(Eingegangen am 12. Oktober 1911.)

Während meiner Studien über die Sporogenese bei den Laubmoosen habe ich bemerkt, daß in den Zellen des Archespors ein oder zwei sich mehr oder weniger dunkel färbende Körper oft nahe am Kerne liegen; es schien sogar manchmal, daß diese Gebilde dem Kerne dicht angeschmiegt seien. Ich verfolgte diese Erscheinung weiter und war endlich zu dem Schlusse gekommen, daß diese Körper entweder die sog. Zentrosphären oder — und das war am wahrscheinlichsten — die Chloroplasten, wie es bei *Anthoceros* der Fall ist, sein könnten. Zur Entscheidung dieser Alternative habe ich mich an lebendiges Material gewandt und konnte sofort sehen, daß die zweite Annahme die richtige ist. Dies veranlaßte mich, das Verhalten der Chloroplasten resp. der Leukoplasten während der ganzen Sporogenese zu verfolgen und analoge Untersuchungen auch über andere Pflanzengruppen auszudehnen. Die ausführliche mit entsprechenden Zeichnungen versehene Arbeit über dieses Thema werde ich nach einigen ergänzenden Studien an anderer Stelle erscheinen lassen, hier möchte ich nur über die Hauptergebnisse meiner Untersuchungen vorläufig kurz berichten.

In bezug auf die Zahl der in jeder Zelle vorhandenen Plastiden müssen wir zwei Typen des sporogenen Gewebes unterscheiden. Zu dem ersten gehören jene Pflanzen, bei welchen jede ruhende Zelle des Archespors je eine Plastide enthält; in den entsprechenden Zellen des zweiten Typus finden wir dagegen viele solcher Organe. Das sporogene Gewebe des ersteren Typus kommt bei *Anthoceros*, den Laubmoosen, den Selaginellen und sicherlich

noch bei *Isoëtes* vor. Der zweite Typus ist bei den übrigen Lebermoosen und Pteridophyten und bei den Samenpflanzen realisiert.

Die Vorgänge bei *Anthoceros* sind schon ganz gut bekannt. Jede seiner Sporenmutterzellen enthält zuerst nur einen Chloroplasten. Dieser teilt sich während der Prophasen der heterotypischen Kernteilung in vier Teile, welche sich tetraedrisch in der Mutterzelle anordnen. Jetzt erfolgt die erste Teilung des Kernes, wobei jeder Spindelpol der Teilungsfigur etwa die Mitte zwischen je einem Paar der Chloroplasten einnimmt. Bei der zweiten Kernteilung richtet sich die Spindel so, daß an jedem Pol der beiden Teilungsfiguren je ein Chloroplast zu stehen kommt, und in dieser Weise bekommt jede junge Spore je eines dieser für die grüne Pflanze unbedingt nötigen Gebilde.

So steht die Sache nach den ziemlich reichen Angaben der Literatur bei *Anthoceros*[1]). Prinzipiell dasselbe habe ich auch bei den Laubmoosen gefunden.

Verfolgt man Schnitte durch solche Laubmooskapseln, die in die Sporogenese eingetreten sind, so kann man sehen, daß jede Sporenmutterzelle zuerst nur einen flächenartig verbreiterten Chloroplasten besitzt. In diesem Stadium kann man in dem Kerne außer dem Nucleolus eine feine Punktierung bemerken. Der Chloroplast vergrößert sich bedeutend und fängt an sich zu teilen. Die feine Punktierung des Kernes geht in einen Klumpen von dünnen Fäden über, welche in mehr oder weniger gleichen Intervallen etwas dickere und dunklere Knoten aufweisen. Diese Fäden ziehen sich ziemlich rasch (während 10 bis 30 Minuten) nach einer Seite des Kernes zusammen, welcher sich dabei der Zellmembran nähert (Fig. 1). Bei dieser Zusammenballung der Fäden konnte ich bemerken, daß dabei auch der Nucleolus eine Bewegung ausführt: er könnte also mit den Kernfäden verbunden sein.

Es liegt hier also das sog. synaptische Knäuel vor, das somit kein Artefakt ist. Die synaptische Zusammenballung haben auch mehrere andere Forscher in vivo gesehen, ohne jedoch irgendwelche Detailbeschreibungen zu geben, was ich hier nur erwähnen will.

Ich möchte noch hervorheben, daß die unsymmetrische Lage des Synapsiskernes in der Zelle für alle Gonotokonten charakteristisch sein wird und am wahrscheinlichsten durch die asymmetrische Verteilung der Kernsubstanz verursacht ist.

Der Chloroplast bleibt auch während der Synapsis nahe beim

1) S. Davis, The Sporemothercell of *Anthoceros* in Bot. Gaz. 28 (1899.)

Kerne stehen. Nach der erfolgten Zweiteilung des Chloroplasten gehen seine Hälften in eine diametral opponierte Stellung über, wobei die jungen Chloroplasten sofort zu einer neuen Zweiteilung schreiten (Fig. 5). Gleichzeitig mit der Bewegung der Chloroplasten kehrt der Kern, der jetzt immer klarer das Spiremstadium zeigt, allmählich in die Mitte der Zelle zurück. In diesem Stadium stehen die länglichovalen Chloroplasten an zwei Seiten des Kernes einander gegenüber und zwar gekreuzt. Die Kernfäden sind zu zweien einander parallel genähert, was ich vielfach ganz klar beobachten konnte.

Nun folgt die zweite Teilung der Chloroplasten und die vier neugebildeten gehen in eine tetraedrische Stellung über. Zu dieser Zeit befindet sich der Kern in der Diakinese: die Chromosomen liegen zu Paaren der Kernwand an.

Während des folgenden Stadiums der Metaphase sieht man in der Mitte der Zelle zahlreiche dicke Chromosomen, an welche äußerst dünne schwach bemerkbare Fäden, die sog. Zugfasern, mit je einem ihrer Enden befestigt sind. Die Fasern konvergieren in der Richtung nach den Spindelpolen, wobei die Endpunkte der Spindel an der Plasmahaut angeheftet sind. Die Figur liegt zwischen den Chloroplasten, welche an den Spindelseiten in tetraedrischer Anordnung stehen bleiben (Fig. 2). Nach der vollzogenen ersten Kernteilung befindet sich jeder interkinetische Kern in der Mitte der Achse, welche durch je zwei Chloroplasten der beiden Paare verläuft.

Hierauf folgt die zweite Kernteilung, deren Spindel senkrecht zu der ersteren steht und wobei die Zugfasern sich etwa am Zentrum jedes Chloroplasten befestigen, so daß man eine Ausstülpung in der Richtung zu der Kernplatte an ihnen sehen kann.

In der Telophase sind die Chromosomen nahe an den Chloroplasten gesammelt. Dann kann man bemerken, daß zwischen den Kernen dünne Fäden verlaufen, welche in der Mitte dicker werden. Es folgt die Scheidewandbildung, und in jeder Sporenmutterzelle sehen wir schließlich vier junge Sporen, deren jede je einen Kern und einen Chloroplasten besitzt.

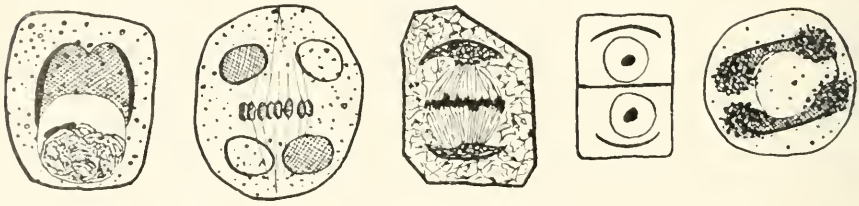
Bei der Sporenreife teilt sich gewöhnlich der Chloroplast einige Male, so daß jede reife Spore fast immer mehrere solcher Organe enthält.

Ich erwähne nochmals, daß ich alle diese Stadien an lebendigem Material gesehen habe und von einigen auch Mikrophotographien bekommen konnte.

Wir wissen, daß alle Zellen des Laubmoosembryos mehrere bis viele Chloroplasten enthalten. Es fragt sich nun, wie kommt

es, daß die Sporenmutterzelle nur einen enthält. Betrachtet man einen Schnitt durch eine junge Kapsel, so bemerkt man leicht, daß jede Archesporzelle einen oder zwei grüne Chloroplasten besitzt. Sie liegen sehr nahe beim Kerne und sind muldenförmig gebogen, so daß ihre Querschnittkonturen denen des Kernes fast parallel verlaufen (Fig. 4). Überall sieht man auch Übergangsstadien, d. h. sich teilende Chloroplasten. Nachdem die Teilung des Chloroplasten vollzogen ist, stellen sich seine Hälften einander gegenüber, und es erfolgt dann die Kernteilung. Die Spindel befestigt sich dabei an den Chloroplasten, wie ich an fixierten Präparaten beobachten konnte (Fig. 3). Nach erfolgter Teilung bekommt somit jede junge Zelle immer einen Chloroplasten (Fig. 4).

Man kann daher vermuten, daß dieses Monochloroplastenstadium mit der Entstehung des Archespors beginnt, und das ist



1 2 3 4 5

1 und 2. *Fissidens adianthoides*, 3. *Physcomitrium piriforme*, 4. *Bryum argenteum*, 5. *Funaria hygrometrica*.

in der Tat der Fall. Die Zellen, welche zur Bildung des sporogenen Gewebes bestimmt sind, enthalten, wie auch die übrigen Zellen, mehrere Chloroplasten. Die Teilung der letzteren hört sodann auf, während die Zellteilung fortschreitet. Daher bekommt jede junge Zelle immer weniger Chloroplasten, weil dieselben ohne sich zu teilen auf eine sich fortwährend vergrößernde Zahl der Zellen verteilt werden. So geht es fort, bis in jeder Zelle nur ein einziger Chloroplast bleibt. Dadurch sind diese Zellen zum jungen Archespor geworden.

So liegt die Sache bei den Laubmoosen. Es gibt wohl auch einige Unterschiede bei verschiedenen Arten oder Familien. Die wichtigsten davon sind die folgenden.

Indem der Chloroplast seine grüne Farbe bei einigen Laubmoosen immer beibehält, erscheint er bei den übrigen während der allotypischen Kernteilung und in jungen oder auch in reifen Sporen farblos, er geht also in den Leukoplastenzustand über.

Der zweite der wichtigsten Unterschiede besteht in dem ver-

schiedenen Verhalten der Öltropfen während der Tetradenteilung. Die Öltropfen sind immer in den Sporenmutterzellen der Laubmoose in größerer oder geringerer Anzahl vorhanden, und während sie bei einigen Laubmoosen in der Sporenmutterzelle gleichmäßig verteilt sind (Fig. 1 u. 2), sind sie bei anderen Arten fast alle dicht der Plastide angeschmiegt. An jungen Plastiden verteilen sich die Öltropfen gleichmäßig über ihre ganze konvexe Oberfläche, doch ziehen sie sich während ihrer Teilung an ihren Enden zusammen, so daß ihr immer enger werdender mittlerer Teil endlich ganz frei von den Öltropfen wird. Das geschieht auch bei der zweiten Teilung der Gonotokontenplastide (Fig. 5), und jede junge Spore bekommt daher einen Kern, eine Plastide und einen Ölklumpen.

Das letztere Verhalten der Öltropfen und der Plastide, welche dabei farblos ist, gibt den Schlüssel zum Verständnis der Vorgänge, welche FITTING[1]) an den Sporenmutterzellen von *Isoëtes* beobachtet hat. Hier haben wir, wovon ich ganz überzeugt bin, dasselbe Verhalten der Plastide und der Öltropfen während der Sporogenese wie bei den letzterwähnten Laubmoosen.

Einer ganz ähnlichen Erscheinung begegnete ich noch bei *Selaginella*. Der Unterschied besteht nur darin, daß hier nicht nur die Zellen des sporogenen, sondern auch des meristematischen Gewebes nur je eine Plastide enthalten.

Die anderen grünen Pflanzen — die Algen ziehe ich vorläufig nicht in Betracht — haben in allen ihren sporogenen Zellen mehrere bis viele Plastiden. Sie werden bei den Zellteilungen mehr oder weniger gleichmäßig auf die jungen Zellen verteilt In der Metaphase sind die Plastiden entweder über das ganze Plasma verbreitet, oder sie sammeln sich an den Spindelpolen. Jede Spore bekommt somit wenigstens einige Plastiden schon von Anfang an.

Über die mögliche theoretische Bedeutung der geschilderten Erscheinung will ich hier nur einiges ganz kurz mitteilen.

Wenn wir auch jene Algen betrachten, welche in ihren Gonotokonten nur je eine Plastide enthalten, so können wir bemerken, daß die Teilung der Plastide überall der Kernteilung vorausgeht. Es ist dabei vom physiologischen Standpunkte sehr bemerkenswert, daß dann so viel Kerne gebildet werden oder nach den Teilungen erhalten bleiben, wie es vorher Plastiden gab.

Zweitens — kann man wenigstens die Laubmoose nicht, wie es einige Forscher machen wollen, von den Braunalgen ableiten,

1) H. FITTING, Bau u. Entwicklungsgeschichte d. Makrosporen von *Isoëtes* usw. in Bot. Ztg. 1900.

weil diese unter anderem in ihren Gonotokonten viele Plastiden enthalten.

Endlich betrachte ich das sporogene Gewebe der diploden Generation wenigstens bei einigen Pflanzengruppen als das ursprüngliche, weil es bei den letzteren in bezug auf die Zahl und das Verhalten der Plastiden einen Algencharakter am längsten erhalten hat. Es müssen also die nichtsporogenen diploden Gewebe wenigstens bei diesen Pflanzen als phylogenetisch jüngere, von dem sporogenen Gewebe abgeleitete, betrachtet werden.

Am Schluß dieser kurzen Notiz möchte ich dem Vorstande des Prager pflanzenphysiologischen Laboratoriums, Herrn Prof. Dr. BOHUMIL NĚMEC für seine ständige wertvolle Hilfe während meiner ganzen Arbeit meinen herzlichsten Dank aussprechen. Ebenfalls bin ich auch Herrn Dozenten und Assistenten Dr. JAROSLAV PEKLO, von dem ich einen Teil des Untersuchungsmaterials bekommen habe, zu bestem Danke verpflichtet.

Prag, 6. Oktober 1911, Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. böhmischen Universität.

65. H. Bethge: Das Havelplankton im Sommer 1911.

(Eingegangen am 12. Oktober 1911.)

Über die Zusammensetzung des Planktons der Unterhavel (zwischen Spandau und Potsdam) liegen bisher nur vereinzelte Berichte vor. Die meisten Beobachter beschränken sich darauf, die Bestandteile des Planktons qualitativ festzustellen, so MARSSON für die Havel bei Gatow[1]) und für den Griebnitzsee[2]), der ja mit der Havel in offener Verbindung steht. Quantitative Messungen liegen vor von SPITTA aus dem Jahre 1899 und von KOLKWITZ aus den Jahren 1908—1910. SPITTA[3]) fand für das Havelplankton bei Spandau folgende Zahlen:

1) MARSSON, „Die Abwässerflora und -fauna einiger Kläranlagen bei Berlin und ihre Bedeutung für die Reinigung städtischer Abwässer.“ Mitteilungen der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Heft 4. 1904.

2) Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen. 3. Folge. XXI. Suppl.-Heft. 1901. S. 37 u. 38.

3) SPITTA, „Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse.“ Archiv für Hygiene XXXVIII. 1900.

Datum	*Melosira varians*	*Asterionella gracillima*	*Polycystis aeruginosa*	*Pediastrum boryanum*	*Fragilaria crotonensis*	Sonstige Diatomeen und Diatomeenschalen	Daphniden und Copepoden
28. 7. 1899	7 717 400	47 550	298 900	13 580	2700	27 000	5440
11. 8. 1899	7 472 900	69 290	44 830	5 440	6790	8 150	8150
9. 12. 1899	65 220	59 780	unter 1 350	2 700	1350	8 150	unter 1350

pro 100 l Wasser, ohne Berücksichtigung des Netzkoeffizienten. Da aber das Plankton bei Spandau wesentlich verschieden ist von dem Plankton bei Cladow, wo die Messungen des Verfassers stattfanden, so ist ein Vergleich der gefundenen Zahlen nicht ohne weiteres angängig. Dagegen erfolgten die Messungen von KOLKWITZ[1]) in der Nähe von Cladow, im Wannsee und an der Pfaueninsel, wo das Plankton im wesentlichen dasselbe ist wie bei Cladow. Da die Zusammensetzung des Planktons je nach der Jahreszeit wechselt (vgl. die obenstehende Tabelle), so will ich nur die im Juni bis August gefundenen Werte angeben.

Havel bei Wannsee, 27. Juni 1909.

Melosira granulata, Fäden 40
Stephanodiscus Hantzschianus . . . . ca. 300
Synedra acus . . . . . ca. 20
Synedra actinastroides . . . . . ca. 100
Diatoma elongatum, Zellen . . . . . ca. 60
Asterionella formosa, Zellen . . . . . ca. 50
Chlamydomonas, *Scenedesmus* . . . . . einige Dutzend
Rotatorien 2

Wassertemperatur 20 °.

Wannsee bei Berlin. Mitte. 10. August 1910.

Polycystis aeruginosa, Kolonien 20
Melosira, Fäden 16
Phacotus lenticularis, *Dictyosphaerium pulchellum*, Bodonen . . . vereinzelt
Synchaeta pectinata 1
Detrituspartikelchen . . . . . ca. 300

Polycystis bildete Wasserblüte.

1) KOLKWITZ, „Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer.“ Mitteilungen der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Heft 14. 1911.

Wannsee bei Berlin. Mitte. 26. August 1910.

Polycystis, Kolonien	10
Melosira, größere Fäden	14
Eudorina elegans	2
Halteria grandinella	vereinzelt
Detritusflöckchen, fein	zahlreich

Havel bei der Pfaueninsel. Strommitte. Linker Arm. 27. Juni 1908.

Microcystis ichthyoblabe, Kolonien	2
Dinobryon sertularia, Kolonien	2
Trachelomonas hispida	1
Gymnodinium aeruginosum	1
Melosira, Fäden	52
Stephanodiscus Hantzschianus	5
Asterionella, Sterne	20
Diatoma, Ketten	4
Synedra acus	1
Synedra actinastroides	28
Nitzschia acicularis	2
Closterium acerosum	1
Chlamydomonas	1
Dictyosphaerium, Zellen	96
Pediastrum pertusum, Kolonie	1
Scenedesmus caudatus, Kolonien	3
Synchaeta tremula	1
Nauplius	1
Detritus	vorhanden

Alle diese Proben liegen aber zeitlich zu weit auseinander, um einen sicheren Schluß auf die Veränderung des Planktons mit dem Wetter, der Temperatur und dem Winde zuzulassen. Verfasser hatte sich nun die Aufgabe gestellt, diese Abhängigkeit des Planktons genauer zu untersuchen und besonders die Bedingungen des Eintretens der sog. Wasserblüte in Form einer zusammenhängenden Schicht zu erforschen.

Zu diesem Zwecke wurde vier Wochen hindurch täglich das Plankton der Havel untersucht. Um einen Vergleich der an den einzelnen Tagen ermittelten Werte zu ermöglichen, wurde das Plankton immer an derselben Stelle gemessen. Die Entnahme der Proben geschah von einem Boote aus etwa 50 m vom Ufer entfernt, um den unmittelbaren Einfluß der Uferzone zu

eliminieren, vor der Bootsbauerei in Cladow, unweit der Pfaueninsel; die Tiefe des Wassers betrug an dieser Stelle bereits 5 m.

Die Havel bildet hier eine flache Bucht, die nach Osten und Süden geöffnet ist. Das Quastenhorn verhindert wie ein Buhnenkopf das Eintreten der Strömung in die Bucht. Die Geschwindigkeit der Havel ist an dieser Stelle ohnehin nicht groß, nach den Angaben von SPITTA[1]) jedenfalls unter $3^1/_2$ cm pro Sek. In der Bucht ist die Strömung fast nur vom Winde abhängig; bei völliger Windstille findet sich in der Bucht ein ganz langsamer Wirbelstrom, dessen Geschwindigkeit wohl kaum 2 cm pro Sek. erreicht; immerhin werden dadurch besonders in der Nacht die Planktonten etwas durcheinander gerührt. Da die Havel von Spandau bis Potsdam einen seeartigen Charakter besitzt — die Breite ist etwa 1 km im Durchschnitt und die Strömungsgeschwindigkeit sehr gering —, so ist sie wegen der relativen Stagnation des Wassers der Planktonbildung sehr günstig. Dazu kommt noch, daß mehrere Seen mit der Havel in offener Verbindung stehen, z. B. der Wannsee, Griebnitzsee, Jungfernsee u. a. m. und ihr Plankton bei günstigem Winde in die Havel leiten.

Die Untersuchung des Planktons geschah in der Weise, daß 50 l Wasser an der Oberfläche geschöpft und durch ein Netz aus Seidengaze Nr. 20 gegossen wurden. Das zurückbleibende Netzplankton wurde mit Formalin versetzt und in graduierte Röhren gegossen; nach 24stündigem Stehen wurde dann die Menge des Netzplanktons gemessen. Ferner wurde mit der von KOLKWITZ[2]) konstruierten Planktonkammer 1 ccm Wasser nahe der Oberfläche[3]) entnommen und der Inhalt unter dem Mikroskop ausgezählt. Die Anzahl der häufiger vorkommenden Planktonten *Polycystis* und *Melosira* wurde in der Weise ermittelt, daß zehn Gesichtsfelder ausgezählt wurden und daraus die Zahl der im Kubikzentimeter enthaltenen Individuen berechnet wurde. Die übrigen Bestandteile des Planktons wurden dagegen genau ausgezählt.

Um den Einfluß der Wassertemperatur und der Witterung, insbesondere des Windes, auf die Vermehrung der Organismen festzustellen, wurde jedesmal die Temperatur der Wasserober-

1) SPITTA, „Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse“ Archiv für Hygiene XXXVIII. 1900.

2) KOLKWITZ, „Entnahme- und Beobachtungsinstrumente für biologische Wasseruntersuchungen.“ Mitteilungen der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. 1907. Heft 9. Ferner S. 389 dieses Bandes der Berichte.

3) Also keine sog. Durchschnittsproben.

Datum	Juli 13	14†	15	16	17	18	19	20	21	22†	23†	24	25
Wassertemperatur a. d. Oberfläche	21°	23°	20°	19,3°	19,5°	19°	19°	19,3°	19,3°	21°	22,2°	21°	21°
Wetter	heiter	heiter	bewölkt	bewölkt	bewölkt	leichter Regen	veränderlich	bewölkt	bewölkt	heiter	heiter	heiter	heiter
Wind	windstill	schwacher SW-Wind	mittlerer W-Wind	starker W-Wind	windstill	schwacher S-Wind	mittlerer SW-Wind	schwacher N-Wind	windstill	windstill	schwacher SW-Wind	mittlerer N-Wind	mittlerer O-Wind
Plankton pro 50 l Wasser in ccm	1	2,6	0,8	2,5	1,5	1,5	2,2	1,6	2	13	13	6,5	5,5
Plankton pro 1 ccm Wasser:													
Melosira, Fäden ca.	375	345	270	750	465	480	300	375	255	240	165	420	165
Asterionella, Sterne	15	30	43	56	45	30	33	25	15	30	27	51	15
Synedra actinastroides, Kolonien	10	8	0	3	4	6	12	6	3	6	11	18	4
Fragilaria crotonensis, Bänder . .	1	2	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Polycystis aeruginosa, Kolonien ca	210	480	375	800	255	540	330	360	135	465	360	510	120
Closterium (acerosum)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Scenedesmus quadricauda u. *obliquus*	5	3	7	9	4	13	9	13	6	14	13	9	9
Pediastrum duplex und *boryanum* . .	4	16	2	6	5	12	13	8	6	7	7	10	8
Actinastrum Hantzschii	0	1	0	0	0	5	2	4	0	0	4	0	0
Richteriella botryoides	2	2	0	2	1	1	1	0	0	0	3	2	0
Schroederia setigera	0	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Rotatoria	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Außerdem fanden sich vereinzelt: *Staurastrum*, *Selenastrum*, *Eudorina*. Dutzende bis Hunderte von Protozoen, sowie zahlreiche Detritusflöckchen.

† An diesen Tagen trat zusammenhängende Wasserblüte auf.

fläche gemessen und das Wetter und die Windrichtung kurz charakterisiert; die Probeentnahme geschah zu derselben Tageszeit, nämlich mittags. Die Ergebnisse sind auf der Tabelle S. 500 u. 501 zusammengestellt. Man erkennt, daß die Wassertemperatur jedenfalls keinen entscheidenden Einfluß auf die Planktonmenge hat. Wohl sind die Zahlen im allgemeinen größer bei höherer Wassertemperatur und die *Polycystis*-Wasserblüte tritt immer bei einem relativen Wärmemaximum auf, aber es finden

						August										
26†	27	28	29	30	31	1	2†	3†	4	5	6†	7	8	9	10	11
25,5°	25°	24,3°	24,7°	23°	23°	23°	26°	26°	23°	23°	25°	22,5°	24,7°	24,8°	24,8°	24,5°
heiter	heiter	heiter	heiter	heiter	heiter	bewölkt	heiter	z. T. bewölkt	bedeckt	heiter	heiter	heiter	heiter	heiter	heiter	heiter
schwacher OSO-Wind	schwacher NW-Wind	mäßiger Wind	mittlerer O-Wind	starker O-Wind	mittlerer O-Wind	mittlerer O-Wind	schwacher O-Wind	windstill	schwacher NW-Wind	mittlerer NW-Wind	windstill	mittlerer SW-Wind	schwacher O-Wind	schwacher O-Wind	sehr schwach O-Wind	mittlerer O-Wind
26,5	6	*	4	8	5,5	8,5	9,5	6,5	2	3,5	14	2,5	9,5	6,5	5	8
165	300	165	150	225	330	450	270	105	195	165	105	225	225	270	165	45
22	24	43	73	42	53	60	25	27	48	29	28	39	40	46	79	36
1	5	12	8	3	5	4	2	1	2	5	4	5	3	8	7	4
0	0	0	1	3	0	2	0	0	1	0	1	0	2	0	1	1
285	285	195	105	510	765	540	510	720	390	435	450	375	480	480	465	600
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	6	0	0	0
12	14	13	13	13	14	24	21	30	15	4	15	13	15	26	7	7
3	7	12	7	9	8	10	13	11	10	6	2	4	7	15	8	4
3	4	7	9	3	5	4	2	1	2	1	1	2	2	2	2	0
1	5	3	1	0	1	2	3	4	6	1	5	1	5	6	3	2
0	0	3	0	0	3	0	5	3	3	4	1	1	3	4	3	1
0	2	2	2	0	2	1	2	1	3	0	1	2	0	1	0	mehrere

Anabaena circinalis, Peridinium. Dinobryon sertularia, Arcella; ferner täglich

* Die Messung der Planktonmenge ist versehentlich unterblieben.

sich doch häufig Ausnahmen. Weit größer zeigte sich der Einfluß des Wetters und insbesondere der Windrichtung. Es ist aus der Tabelle ohne weiteres ersichtlich, daß die Zahlen für die in 50 l enthaltene Planktonmenge bei Ost- und Südwinden weitaus größer sind als bei West- und Nordwinden. Besonders lehrreich sind in dieser Hinsicht die am 26. und 27. Juli gefundenen Zahlen. Während die Wassertemperatur an beiden Tagen nahezu die gleiche war, ergab sich die Planktonmenge am 26. Juli

über viermal so groß als am folgenden Tage. Der Grund ist darin zu suchen, daß der Wind aus Ost-Süd-Ost nach Nordwest umgesprungen war und einen großen Teil des Planktons aus der Bucht getrieben hatte.

Vergleicht man die Anzahl der im Kubikzentimeter enthaltenen Planktonten mit den Werten, die für die in 50 l vorhandene Gesamtplanktonmenge gefunden sind, so fällt es auf, daß sich an den Tagen, an denen eine hautbildende Wasserblüte auftrat, durchaus nicht ein deutlich erkennbares Maximum für die einzelnen Planktonten ergibt, selbst nicht für *Polycystis*. — Als Wasserblüte ist hier, wie gesagt, die Bildung einer mehr oder weniger zusammenhängenden Schicht von Algen (*Polycystis*-Kolonien) an der Wasseroberfläche bezeichnet. — Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich dadurch, daß zu den Zeiten solcher Wasserblüte die *Polycystis*-Kolonien sich zu größeren Aggregaten zusammengeballt hatten, die infolge ausgeschiedener Gasblasen an die Oberfläche gelangten. Spitta[1]) macht darauf aufmerksam, daß gerade bei *Polycystis* außer den adhärierenden Sauerstoffbläschen auch die bekannten Schwebevakuolen auftreten, mit deren Hilfe diese Algen an die Wasseroberfläche gelangen. Demnach wird sich diese zusammenhängende Wasserblüte nur bei warmem, windstillem Wetter bilden können, da die Oberflächenschicht durch den Wind leicht zerstört und der adhärierenden Bläschen beraubt wird. Ein großer Teil wird durch den Wind ans Ufer getrieben und erzeugt hier eine im obigen Sinne nur scheinbare Wasserblüte, indem nicht nur die Oberfläche von *Polycystis*-Kolonien bedeckt wird, sondern das ganze Wasser einem dünnen, grünen Brei ähnlich sieht. Die ans Ufer geworfenen Algen verfaulen gewöhnlich rasch und erzeugen dann recht unangenehm riechende Gase. Ob sie irgendwie gesundheitsschädlich sind, ist mir nicht bekannt.

Vergleicht man die in der Tabelle zusammengestellten Zahlen mit den Untersuchungsergebnissen früherer Jahre, so fällt der außerordentliche Planktonreichtum dieses Jahres auf. Im Maximum enthielten 50 l Wasser an der Oberfläche 26,5 ccm Plankton! Die andauernd warme Witterung des Sommers 1911 war der Planktonentwicklung außergewöhnlich günstig. Dazu kommt noch, daß der niedrige Wasserstand und der dadurch verminderte Schiffsverkehr, weiter das Fehlen starker, anhaltender Winde der Havel mehr und mehr den Charakter eines ruhigen, verhältnismäßig großen und flachen Binnensees

1) Spitta, „Untersuchungen über Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse." Archiv f. Hygiene. 1900.

gaben, in dem sich das Plankton ungehindert entwickeln konnte. Allein es kommt noch etwas anderes hinzu. Die Schizophycee *Polycystis* hat nämlich die unangenehme Eigenschaft, sich nach dem Abtöten mit Formalin selbst nach 24stündigem Stehen nicht vollständig zu sedimentieren, sondern sich zum größten Teil an der Oberfläche zu einem grünen Pfropfen zu sammeln, der natürlich noch viel Wasser enthält. Man muß also, um das wahre Netzplankton zu erhalten, von den Tabellenwerten noch einen gewissen Bruchteil schätzungsweise $^1/_6$ bis $^1/_5$ abziehen. Viele Autoren geben die Trockensubstanz pro 50 l Wasser in Kubikzentimetern an; diese beträgt etwa $^1/_{20}$ bis $^1/_{60}$ des Sendimentationsplanktons in Kubikzentimetern, das Verhältnis wechselt aber sehr stark. Würde man also die Tabellenwerte in Gramm Trockensubstanz umrechnen, so gelangte man zu wesentlich kleineren Zahlen; immerhin sind sie doch noch mehrmals größer, als die in früheren Jahren ermittelten; z. B. fand SPITTA[1]) am 7. Juli 1899 bei Spandau in 100 l Wasser nur 5,7 ccm Sedimentationsplankton = 0,117 g Trockensubstanz.

Ein Blick auf die Tabelle S. 500 u. 501 zeigt, daß die Menge der in 1 ccm enthaltenen *Polycystis*-Kolonien sich nach Hunderten belief und während der Zeit der Untersuchung annähernd die gleiche geblieben ist, während *Melosira* gegen Ende eine deutliche Abnahme zeigt; auch wurden die Fäden im Durchschnitt etwas kleiner. Das deutet auf eine gewisse Nahrungserschöpfung im Wasser hin. *Scenedesmus* zeigt im Anfang der Untersuchung der Zahl nach ein deutliches Anwachsen, dann ein Maximum, um zum Schluß nach einigen Schwankungen wieder abzunehmen. Die Menge der Sterne von *Pediastrum* läßt keine deutliche Gesetzmäßigkeit erkennen, sondern schwankt sehr stark; bemerkt sei hierbei, daß auch die wenigen leeren Zellengehäuse in den Zahlen mit eingeschlossen sind. *Synedra actinastroides* nimmt an Zahl gegen Schluß deutlich ab, das Maximum scheint schon vor dem Beginn der Beobachtungen zu liegen. *Asterionella* zeigt kein stetiges Anwachsen oder Abnehmen, sondern schwankt während der ganzen Zeit annähernd um denselben Mittelwert. Von den übrigen, mehr oder minder vereinzelt vorkommenden Algen ist nur bei *Actinastrum* und *Richteriella* zeitweise ein deutliches Anwachsen zu beobachten, was auf veränderte chemische Beschaffenheit des Wassers schließen läßt, da besonders *Richteriella* mit Zunahme organischer Nahrung lebhaftere Entwicklung zeigt[2]).

1) SPITTA a. a. O. S. 171.

2) Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Prof. Dr. KOLKWITZ.

Alle diese Zahlen stellen trotz ihrer teilweise beträchtlichen Größe natürlich nur eine untere Grenze dar, da bei der schwachen Vergrößerung, bei welcher gezählt wurde, manche der weniger leicht kenntlichen Algen übersehen sein mögen; immerhin werden sie auch so einen Vergleich mit den von anderen Autoren gefundenen Zahlen ermöglichen und ein Bild von dem Reichtum und der Beschaffenheit des Havelplanktons an der untersuchten Stelle sowie einen Einblick in seine Beziehungen zu bestimmten äußeren Faktoren geben.

Potsdam, den 10. Oktober 1911.

---

66. Iw. Schulow: Zur Methodik steriler Kulturen höherer Pflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 16. Oktober 1911.)

Sterilen Kulturen dürfte höchst wesentliche Bedeutung für die Verarbeitung jedweder Nährfragen bei höheren Pflanzen zukommen. Ja mehr noch: in keiner Ernährungsfrage kann ein abschließendes Urteil gewonnen werden, ehe diese Frage nicht die Prüfung durch die sterile Kultur bestanden hat, d. h. bevor nicht die zahlreichen Mikroorganismen beseitigt sind, die stets in den üblichen Sand- und Wasserkulturen mitwirken.

Die Methoden steriler Kulturen höherer Pflanzen in abgeschlossenen Behältern sind gut ausgearbeitet. Allein, soviel mir bekannt ist, gibt es zurzeit keine genügende Methode derartiger Kulturen, in denen die Sprößlinge aus den Behältern hervorragen und sich in normaler Weise frei in der Luft entwickeln. Indes sind zweifelsohne solche Kulturen in vielen Fällen wohl äußerst wünschenswert, ja sogar absolut notwendig.

Im Verlauf des Sommers 1911 machte ich während meiner Untersuchungen im Laboratorium des Herrn Prof. PRIANISCHNIKOW (Landw. Institut zu Moskau) den Versuch, eines meiner Experimente eben nach dem zweiten Typus der sterilen Kulturen durchzuführen. Angesichts dessen, daß ich im Resultate 75 pCt. Fälle absoluter Sterilität erhielt, betrachte ich eine Sterilität von 100 pCt. in bezug auf Bakterien für möglich und halte es für

angebracht, hier meine Methode als einen der möglichen Wege zur Eruierung von Methoden in dem obenerwähnten Sinne zu erläutern. Die Wasserkultur von *Zea Mays* bezweckte die Bestätigung des früher[1]) von mir beobachteten Einflusses von NH_4NO_3 auf $(NH_4)_2SO_4$, sowie die Frage zu lösen, in welcher Form der Stickstoff aus dem Ammonnitrat (Ammoniak- oder Nitratstickstoff) von der Pflanze in erster Reihe konsumiert wird, und schließlich noch eine Verifikation (innerhalb eines sterilen Nährsubstrats) der lösenden Wirkung des gleichen Salzes (NH_4NO_3) auf Phosphorit. Die experimentellen Resultate in bezug auf die soeben erörterten Fragen, im Zusammenhang mit meinen sonstigen Arbeiten, werden später zur Veröffentlichung gelangen. In dieser vorläufigen Notiz beabsichtige ich lediglich, eine kurze Beschreibung meiner Kulturmethode zu geben und in der Hauptsache — die Art und Weise, wie die sprossenden Organe von der Watte befreit werden können, zu beschreiben. Die Methodik der allgemeinen Sterilisierung von Behältern, Lösungen, Sämereien (mittels 1proz. Bromlösung) war nicht neu und wurde auf Grund der reichen Erfahrungen aus dem Laboratorium des Herrn Prof. CHUDIAKOW, und speziell des in genanntem Laboratorium mit sterilen Kulturen (in abgeschlossenen Behältern) arbeitenden Herrn G. G. PETROW, von mir ausgeführt.

Was nun die Freilegung des Pflanzenstengels an die Luft (wo die Infektion des Substrates äußerst leicht geschehen kann) betrifft, so ist die in Folgendem beschriebene Methode von mir ausgearbeitet.

Die hohen Glaszylinder enthielten je 7 Liter recht verdünnter Nährlösung. In jedes Gefäß wurde oben dicht auf Watte ein Holzdeckel mit eingebohrten (je zwei großen und zwei kleineren) Öffnungen hineingedrängt. Diese Rundplatte adhärierte an den Gefäßwandungen vermittelst dreier daselbst eingeschraubter Häkchen. In die breiten Öffnungen wurden alsdann auf Watte (zu je zwei auf ein Gefäß) zylindrisch kegelförmige Röhrchen (vgl. die schematische Abbildung, woselbst dieses Hauptdetail meiner Methode in ca. $^2/_3$ natürlicher Größe dargestellt ist) hineingesteckt, während in die eine der engen Öffnungen ein langes Glasröhrchen, das fast bis an den Boden des Gefäßes reichte und von außen mit einem großen Pfropfen aus Watte und Abzweigungen versehen war, in die andere ein kurzes Röhrchen eingeführt wurde. Das lange Rohr diente zum Ausblasen der Luft, seine Abzweigung zur Entnahme

1) Landw. Vers.-Stat. 1906, Bd. LXV. Mitteilung des Herrn Professor PRIANISCHNIKOW.

$CaHPO_4$ und NH_4NO_3 | KH_2PO_4 und NH_4NO_3 | $CaHPO_4$ und $(NH_4)_2SO_4$ + NH_4NO_3 | $CaHPO_4$ und $(NH_4)_2SO_4$

Abbildung 1.

(vor der Abstellung) von Proben des Substrates, um es auf Sterilität zu prüfen. Das kurze Röhrchen dagegen diente zur Verbindung mit dem kleinen Kolben, in dem gesondert von der gemeinsamen Nährmischung die Stickstoffquelle sterilisiert wurde, und außerdem könnte es noch dazu dienen, sterilisiertes destilliertes Wasser zuzuführen. (Bei meinem Versuche brauchte ich, wegen der großen Quantität der verdünnten Lösung, kein Wasser zuzuführen.) In das zylindrisch-kegelförmige Röhrchen (siehe das

Phosphorit und $NaNO_3$ Phosphorit und NH_4NO_3

Abbildung 2

Schema), das unten mit einem Netz umbunden wurde, trat bis zu letzterem ein etwas längeres zylindrisches Glasröhrchen, um das sterilisierte und gequollene Korn aufzunehmen. In den unteren Teil des äußeren Rohrs, bis zur Höhe von 7—8 cm vom Netz, wurde Watte in kleinen Bäuschchen untergebracht, welche nicht allzu stark zusammengedrückt wurde. Oberhalb dieses Vorrats von Watte wurde ein (ca. 1 cm) Zwischenraum belassen, durch den das innere Rohr sichtbar wurde, und noch höher, bis zum Ende des breiten Rohrs, befand sich ein kompakter Pfropfen aus Watte, in welchen bis zur unteren Watte 3 Glasstäbe eingelassen wurden, die nach oben so weit hervorragten, daß man nach-

träglich mit ihnen möglichst gut die untere Watte verdichten konnte.

Die dergestalt montierten Behälter (überdies noch von oben mit einer genügenden Schicht Watte bedeckt) wurden dreimal,

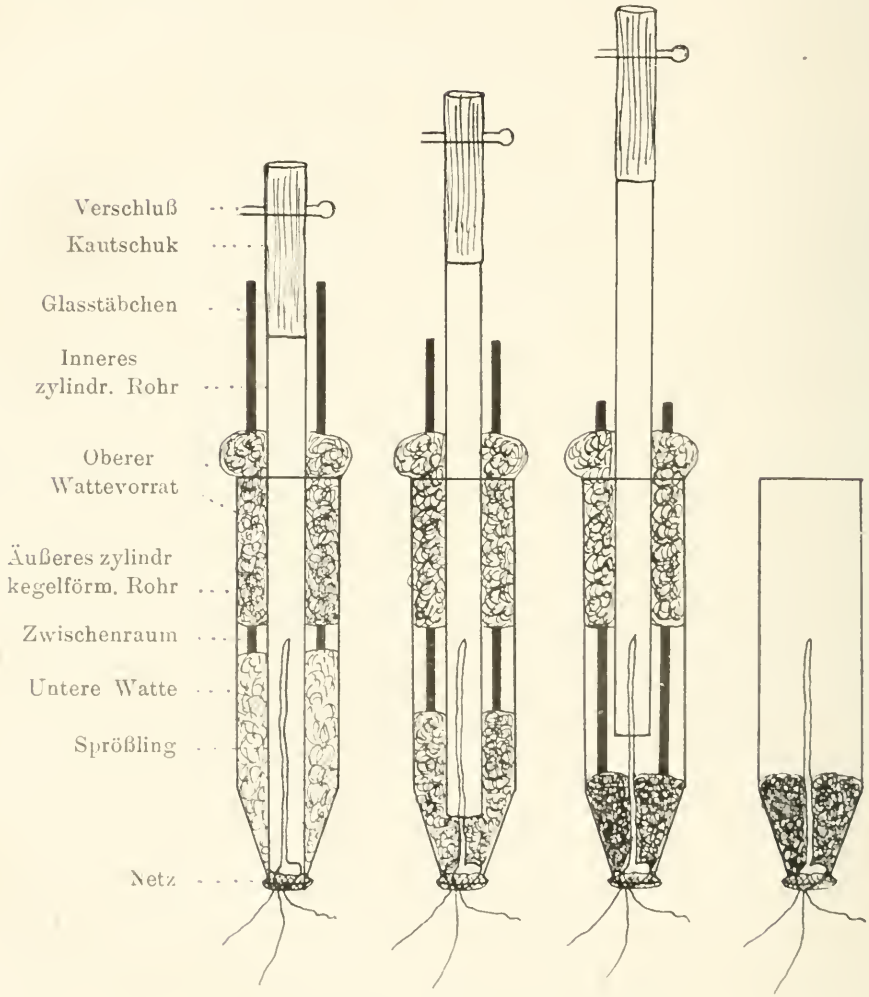


Abbildung 3. ca. $^2/_5$ nat. Größe.

jedesmal 2 Stunden lang, vermittelst Dampfes bei 100° sterilisiert, alsdann mit speziellen Samensterilisatoren verbunden, mit deren Hilfe die Körner, mittels Brom (20 Minuten) sterilisiert, ausgewaschen und gequollen, in das innere zylindrische Röhrchen eingeführt wurden.

Am 8. bis 10. Tage vom Beginn des Hervortreibens der Stengel-

sprößlinge an erheben sich dieselben innerhalb dieses Röhrchens und gelangen in den Zwischenraum inmitten des Vorrats von sterilisierter Watte ober- und unterhalb des breiten äußeren Rohres. In diesem Moment fand die Befreiung des Sprößlings statt und zwar folgendermaßen. Allmählich, zu $^1/_2$ cm auf einmal, wurde das innere zylindrische Röhrchen emporgehoben, und nach jeweiligem Emporheben die untere Watte möglichst stark mit den Glasstäben festgedrückt. Der große Vorrat an Watte des zylindrischen Teiles im breiten Rohr wurde auf diese Weise in die sich verengende halbkegelförmige Abteilung gedrängt und möglichst vollkommen zur Ausfüllung derselben, sowie als Hülle für Korn und Sprößling ausgenutzt. Diese Manipulation konnte gemächlich und gründlich vollführt werden, da ja oberhalb sowohl die Stäbchen als auch die obere fortgedrückte Watte allezeit sterilisiert verblieben. Durch den Zwischenraum konnte bequem der Gang der Verdichtung beobachtet werden. Sobald die Schicht der unteren Watte nicht gehörig hoch erschien, konnte man sie aus dem oberen Vorrat ergänzen (mit den Stäbchen wurden Flocken aus dem letzteren losgerissen und an die untere Watte gezwängt). Sobald sämtliche Beobachtungen durch den Zwischenraum dafür sprachen, daß der Sprößling zuverlässig mit Watte umhüllt sei, wurde das innere Röhrchen gänzlich entfernt, sowie auch der Rest des oberen Wattevorrats. Auf beigefügter schematischer Abbildung wird zur Verdeutlichung des über die Befreiung Geäußerten, gezeigt, wie einige Stadien dieser Operation verlaufen (in Wirklichkeit waren deren mehr). Die Zeichnung links gestattet eine Vorstellung von den integrierenden Details des Geräts und zeigt an, daß der Sprößling schon durch den Zwischenraum ersichtlich nach Befreiung verlangt; die Zeichnung rechts repräsentiert den vollends befreiten Sprößling, während die beiden intermediären, verschiedene Übergangsstadien darstellend, die Entfernung des inneren zylindrischen Röhrchens neben gleichzeitiger allmählicher Verdichtung der unteren Watte veranschaulichen, wobei die Stäbchen zum Einhüllen des Sprößlings in Watte benutzt werden.

Die Pflanzen wurden (innerhalb des Zeitraums vom 23. bis 28. August) am 38. Tage nach Befreiung des älteren Exemplars aus jedem Behälter (resp. am 46. bis 48. Tage vom Beginn der Keimung) entfernt. Eine derartig frühzeitige Ernte wurde vorgenommen, weil ich befüchtete, späterhin in der restierenden Lösung keinen Stickstoff vom Ammoniumnitrat vorzufinden, keineswegs jedoch mit Rücksicht auf den Zustand der Pflanzen, welcher nichts zu wünschen übrig ließ und ferneres Gedeihen versprach.

Das Aussehen der Kultur vor der Freilegung ist aus den Photogrammen ersichtlich.

Die Ernte schwankte zwischen 9—30 g Trockensubstanz per Behälter.

Vor der Ernte wurden aus jedem Gefäß je zwei Proben der Lösung genommen, die eine in Fleischbouillon (+ $^1/_2$ pCt. Glukose und $^1/_2$ pCt. Asparagin) zur Prüfung auf Gesamtsterilität, die andere zur Prüfung auf Nitrifikation [1]). Nach Ablauf eines genügenden Zeitraumes, während dessen diese Probe im Thermostaten gestanden, ergab die Prüfung derselben folgendes: in keinem einzigen von den 10 Behältern gab es Bakterien, in 7 war absolute Sterilität vorhanden und nur in dreien Infektion durch Schimmelpilze. Die Ursachen der vorzeitigen Infektion (vor der Aussaat) eines der 3 Behälter sind bekannt, dieselben dürfen meiner Methode der Befreiung von Sprößlingen nicht vorgeworfen werden. Allein angesichts der trotzdem möglichen Anzweifelungen schätzte ich dennoch das Resultat der Sterilität auf 75 pCt. anstatt 78 pCt.

Zum Schluß dieser Notiz gestatte mir die Annahme zu äußern, daß die beschriebene Methode steriler Kulturen, wenngleich nicht verwendbar für bestockende Gramineen und im unteren Teil des Stengels buschig auswachsende Nichtgramineen, sich demnach für vielerlei Pflanzen als tauglich erweisen dürfte.

Moskau, Landw. Institut, im September 1911.

1) Bei dieser Gelegenheit erwähne ich noch, daß ein kleines paralleles Experiment mit Sandproben aus einer von meinen Sandkulturen mir die Existenz eines Nitrifikationsprozesses in üblichen Sandkulturen bewies (diese Kulturen wurden mit Sand angestellt, welcher vorher mit starker Salzsäure ausgewaschen wurde).

67. R. Kolkwitz: Das Planktonsieb aus Metall und seine Anwendung.

(Mit drei Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 17. Oktober 1911.)

Die vorliegende Arbeit schließt sich an meine Veröffentlichung über „Biologie der Talsperren“ [1]) an, vor allem an die Ausführungen über Filtration von Plankton durch Seide Nr. 20, 25 und 27 (= 25 T II), sowie durch feine Metallgewebe Nr. 250. Speziell über derartige Metallgewebe und ihre Verwendbarkeit sollen die folgenden Zeilen nähere Mitteilungen bringen.

1. Metallgewebe aus Kupfer.

Im Jahre 1910 ist es der Technik gelungen, das bisher feinste Gewebe aus Metallfäden unter Verwendung von Phosphorbronze herzustellen. Solche Bronze besteht aus 90 Teilen Kupfer, 9 Teilen Zinn und 0,5 Teilen Phosphor, in der Hauptmasse also aus Kupfer. Dieses Gewebe führt im Handel die Bezeichnung Phosphorbronze Nr. 260. Die Nummer bezieht sich auf die Zahl der Maschen pro Zoll (1 Zoll = 26,25 mm).

Ein derartiges Metalltuch besitzt das Aussehen rotgelben Seidenstoffes und ist von sehr zarter Struktur, sodaß man bei günstiger Beleuchtung Druckschrift, welche hinter dieses Gewebe gelegt wird, leicht lesen kann. Die einzelnen Fäden sind etwas dünner als mittelstarkes Frauenhaar; ihr Durchmesser beträgt rund 40 μ. Die lichten Maschen des Gewebes zeigen eine Seitenlänge von 60—70 μ (= ca $^1/_{15}$ mm) und sind deshalb mit den Öffnungen von Seidengaze Nr. 20 der Planktonnetze vergleichbar, wie aus Fig. 1 ersehen werden kann, welche diese beiden Gewebe bei 60facher Vergrößerung darstellt Die Zahl der Öffnungen ist beim Metalltuch, bezogen auf die gleiche Flächeneinheit, wesentlich größer als bei Seidenstoff, da dessen Maschenseiten nicht aus Fäden, sondern aus Fadenbüscheln gebildet werden. Die Zahl der Maschen beträgt bei Phosphorbronze Nr. 260 etwa 10 000 pro Quadratzentimeter. Für die Prüfung des Metallgewebes auf Fehlerfreiheit genügen schon schwach vergrößernde Lupen.

1) Mitteil. a. d. Kgl. Prüf. Anst. f. Wasservers. u. Abwässerbes. 1911, H. 15, S. 268—411.

Da es bei biologischen Quellenuntersuchungen, bei Feststellungen über unterirdische Kommunikationen zwischen zwei Oberflächengewässern sowie bei anderen Untersuchungen subtiler Art von besonderem Werte sein kann, ein von fremden Fasern möglichst freies Plankton zu fangen, ergab es sich von selbst, Konstruktionen zu finden, welche solche Metallgewebe für Planktonstudien geeignet machen, zumal sie den Vorzug besitzen,

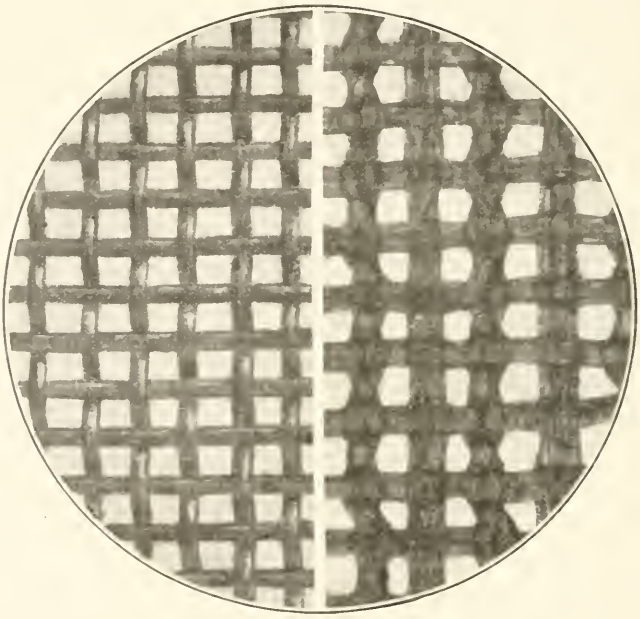


Fig. 1. Bilder feiner Gewebe zur Filtration von Plankton bei gleicher Vergrößerung (60 : 1.)
Links: Metallgewebe aus Phosphorbronze Nr. 260.
Rechts: Seidengaze Nr. 20.

sich durch Auskochen, z. B. in Sodalösung, ganz besonders sorgfältig reinigen zu lassen.

2. Planktonsieb und Filterwirkung.

Die beistehende Abbildung (Fig. 2) gibt in verkleinertem Maßstabe ein Bild von einem in seinen Wandteilen aus Zink, Kupfer oder Nickel zu fertigenden „Planktonsieb“ einfachster Konstruktion[1]). In diesem sind nach Möglichkeit alle toten Ecken

1) Da die Herstellung solcher Siebe, wie die Konstruktionsversuche gezeigt haben, viel Präzision erfordert und die eventl. Beschaffung von ge-

und Winkel vermieden, in welchen etwa Planktonbestandteile zurückbleiben könnten, die sich dann dem Fang bei einer folgenden Probeentnahme beimischen könnten. Die Form ist zunächst verhältnismäßig lang und schmal gewählt worden, damit das ganze in einen geaichten Literbecher, der zum Schöpfen des zu filtrierenden Wassers dient[1]), paßt, wodurch das feine Metallgewebe

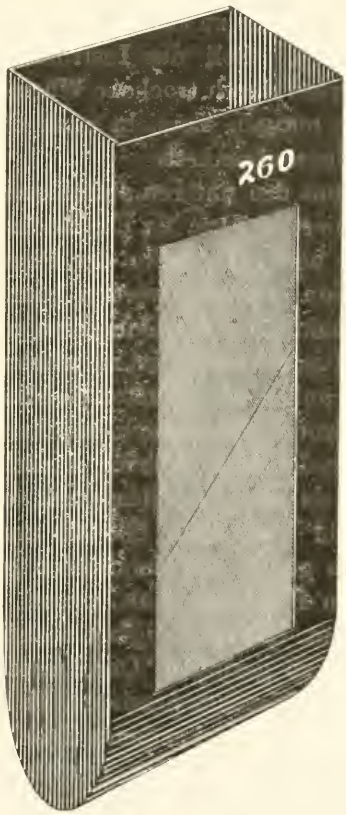


Fig. 2. Planktonsieb. Etwa $^1/_2$ natürl. Größe.

beim Transport gegen Verletzungen geschützt ist. Man kann die Form natürlich auch anders wählen und den jeweiligen Anforderungen entsprechend umgestalten. Mit der Konstruktion eines Planktonsiebes, welches sich zum Ziehen durch das Wasser eignet, habe ich mich noch wenig beschäftigt, weil mit einem solchen

eigneter Ersatzbronze in kleinen Mengen Schwierigkeiten bereitet, habe ich die Firma PAUL ALTMANN, Berlin, Luisenstr. 47, veranlaßt, sachgemäß hergestellte Siebe nebst Ersatzteilen vorrätig zu halten.

1) Tiefenproben müßten mittels der Planktonpumpe heraufbefördert werden.

Instrument keine quantitativen Fänge erzielt werden. Im Interesse möglichster Einfachheit ist bis jetzt auf die Anbringung eines Grundablasses verzichtet worden; der erbeutete Fang wird durch einfaches Umkippen des Siebes herausgegossen, und zwar am bequemsten über eine Ecke, natürlich unter ausreichendem Nachspülen. Das Reinigen der schonend zu behandelnden Siebfläche geschieht zweckmäßig mittels eines weichen Schwammes, der, wenn es sich darum handelt, die Siebfläche zu entfetten, mit Xylol, Benzin u. a. m. getränkt werden kann[1]). Soll das Instrument sterilisiert werden, geschieht dies am besten durch trockene Wärme oder heißen Dampf, bei Beobachtung der nötigen Vorsicht auch direkt in der Flamme des Spiritus- oder Bunsenbrenners.

Der Fassungsraum des unteren abflußlosen Teils kann ziemlich willkürlich dimensioniert werden, da der Rückstand in diesem durch Neigen des Gefäßes nach der Seite der Phosphorbronze auf jede beliebige Konzentration gebracht werden kann, indessen empfiehlt es sich, ihn mit Rücksicht auf die Dimensionen der Aufbewahrungsgläser für das Plankton relativ klein zu wählen.

Die Größe der außen aufgelöteten Siebfläche, welche vor Beginn der Filtration, zur Überwindung kapillarer Widerstände, von außen angefeuchtet werden muß, habe ich zunächst zu ca. 50 Quadratzentimeter gewählt, da die Durchlässigkeit einer solchen Fläche bei einer Maschenzahl von etwa 500 000 und bei einer geringen Reibung des Wassers gegen die Metallfäden genügt, um 50 Liter Wasser mit normalem Planktongehalt, eventl. unter gleichzeitigem Klopfen am Instrument, mit Leichtigkeit abzufiltrieren, soweit nicht etwa Planktonten von so geringem Durchmesser vorliegen, daß sie allesamt unbehindert die Maschen passieren. Es liegt in der Natur der Sache, daß die tatsächlich vorhandenen Planktonmengen nach der Filtermethode um so einwandfreier ermittelt werden können, je größer die Planktonten sind.

In besonderen Fällen, z. B. da, wo das Plankton so reichlich vorhanden ist, daß man geneigt sein möchte, es als verdünnten Schlamm zu bezeichnen, kann man sich auch mit dem Durchgießen einer kleineren Wassermenge begnügen, bei sehr geringer Planktonmenge dagegen größere Quantitäten der Behandlung durch das Sieb unterwerfen. Der auf diese Weise oder unter Verwendung eines Seidennetzes Nr. 20 in wenigen Minuten gewonnene Rück-

1) Das Fehlen anhaftender Fremdkörper muß durch mikroskopische Beobachtung bei etwa 100facher Vergrößerung festgestellt werden. Ausreichende Beleuchtung der Filterfläche erzielt man leicht durch Einschieben einer elektrischen Taschenlampe oder eines Spiegels in das Sieb.

stand aus 50 Litern ist, was man von vornherein kaum glauben möchte, trotz aller Verluste an kleinen Planktonbestandteilen ergiebig genug, um bei überhaupt vorhandenen Differenzen im Planktongehalt wesentliche Ausschläge zu geben, die nach meinen Erfahrungen im Verein mit der qualitativen mikroskopischen Prüfung wichtige Schlüsse auf den Zustand von Gewässern zulassen.

3. Sedimentation in Normalgläsern.

Zum Absetzen füllt man die abfiltrierten Rückstände in „Normalplanktongläser“ [1]), das sind solche von zylindrischer (nicht konischer) Form mit 16 mm innerem Durchmesser, bei denen also der lichte Querschnitt fast genau 2 qcm beträgt, so daß die Höhe des Bodensatzes, multipliziert mit dem Faktor 2, die Zahl der Kubikzentimeter ergibt. Photographische Aufnahmen der nebeneinandergestellten Röhrchen in gleicher Größe geben eine anschauliche natürliche Kurve der erhaltenen Fänge. Genügendes Absetzen des Planktons nach Zusatz von etwa 1 ccm Formalin leistet bei den genannten Fängen gute Dienste, so daß Zentrifugieren unterbleiben kann. Fälle, in denen die schleimige Natur des Planktons die Messung des Volumens erschwert, sind selten. Die Differenzen in der Dichtigkeit, welche das Zentrifugieren ausgleicht, sind meist viel geringer als die Fehler, welche die Netz- oder Siebbehandlung des Planktons für die exakte Volumenbestimmung seiner wirklich vorhandenen Menge mit sich bringt, während die relativen Werte als recht brauchbar bezeichnet werden können.

4. Kombinierte Methoden und ihre Anwendung.

Um die Fehler, welche die immerhin noch bedeutende Maschenweite der feinen Metall- und Seidengewebe notwendig bedingt, zu korrigieren, wendet man zweckmäßig die S. 389 dieses Bandes abgebildete 1-ccm-Planktonkammer an, deren Inhalt an festen Bestandteilen mit den suspendierten Stoffen bei der chemischen Analyse identisch ist. Die Kammermethode gibt dabei die absolute Zahlenkurve, die Filtermethode die relative Volumenkurve. Durch Kombination der 1-ccm-Methode mit der 50-Liter-Methode ist es möglich, ausgedehnte Flußsysteme in ihrem Quellgebiet, Mittellauf und Unterlauf, die häufig bemerkenswerte Verschiedenheiten zeigen, einheitlich in großen Zügen planktologisch schnell zu untersuchen und zwar so schnell, wie sie fließen, wodurch man nach Möglichkeit identische Proben erhält.

1) Es ist sehr zweckmäßig, die Gläser mit einer matt gehaltenen, beschreibbaren Fläche, an Stelle eines aufgeklebten Papierschildes, zu versehen.

Ferner dienen diese Methoden zur Charakterisierung der Beziehungen von Nebenflüssen zu ihrem Hauptfluß, sowie zur zahlenmäßigen Feststellung der Sedimentationswirkung von Seen auf einmündende, fließende Gewässer. Sie sind auch geeignet, den Unterschied zwischen schnell und langsam fließenden Wasserläufen sowie zwischen verschlammten und nicht verschlammten Seen bzw. Teichen anschaulich zu kennzeichnen. Außerdem können sie dazu dienen, die planktologische Beschaffenheit der Meere, vor allem bei Flußmündungen mit Ebbe und Flut, zu studieren.

Das Messen der Planktonmengen endlich und die Vornahme genauer Feststellungen über die Zusammensetzung der jeweiligen

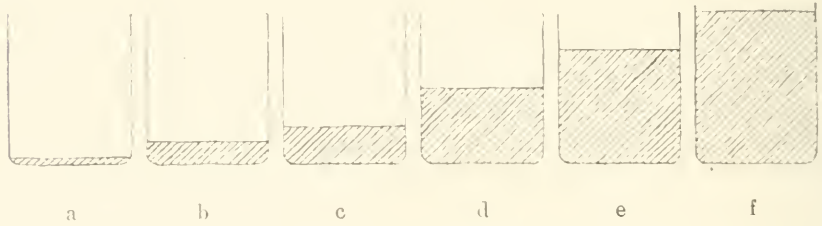


Fig. 3. Netzplankton aus 50 Litern (P_{50}) am Grunde von Normalplanktongläsern. Nat. Größe.

a) 0,2 ccm = sehr wenig Plankton. Kannn auch in engeren oder konischen Gläsern gemessen werden;
b) 0,6 ccm = wenig Plankton;
c) 1,0 ccm = nicht viel Plankton;
d) 2,0 ccm = mäßig viel Plankton;
e) 3,0 ccm = ziemlich viel Plankton;
f) 4,0 ccm = viel Plankton.

Fänge und über die Zahl der vorhandenen Kammerplanktonten lassen besonders klar die Beziehungen zur chemischen Beschaffenheit des Wassers erkennen, die ihrerseits wieder deutlich abhängig ist von der Tiefe des Gewässers, von seiner Strömungsdauer sowie von seiner Strömungsgeschwindigkeit, alles Faktoren, die von wesentlichem Einfluß auf den ökologischen Zustand eines Gewässers sind.

Die nähere Mitteilung von Zahlenwerten soll in einer anderen Arbeit erfolgen, doch sei ein charakteristisches Beispiel schon hier kurz angeführt und die Fig. 3 zur Orientierung beigefügt. Nährstoffreiche Teiche können nach der Filtermethode auch beim Fehlen einer Schizophyceen-Wasserblüte den schon nicht unbedeutenden Gehalt von 3 bis 5 ccm Plankton pro 50 l Wasser aufweisen. Dabei vermögen in nicht seltenen Fällen etwa 10 Milliarden Klein-

planktonten (exkl. Bakterien) die Maschen, sei es des Siebes oder des sehr feinen Netzes Nr. 25, zu passieren. Dieser Verlust ist aber nicht wesentlich, da er durch Anwendung der Planktonkammer sofort entdeckt und zahlenmäßig fixiert werden kann. Auf diese Weise konnte oft festgestellt werden, daß die meisten tierischen Planktonten im Netz blieben, während die pflanzlichen abflossen.

68. A. Pascher: Marine Flagellaten im Süßwasser[1]).

(Mit Taf. XIX, Fig. 1—13.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1911.)

Beim Studium der Süßwasserflagellaten und wohl auch aller Mikroorganismen ergeben sich immer Reste, die sich, sei es, daß sie noch unbeschrieben sind, sei es, daß sie nicht sicher deutbare Entwickelungsstadien darstellen, mit den bis jetzt bekannten Formen nicht identifizieren lassen. Beim Vergleiche solcher Formen mit Abbildungen und Beschreibungen mariner Flagellaten ergab sich nun die überraschende Tatsache, daß ein solcher Organismus so völlig mit einer marinen Monade übereinstimmte, daß an seiner morphologischen Identität nicht gezweifelt werden kann, während zwei andere Formen in ganz auffallender Weise hochgradige Ähnlichkeiten zeigten. Darüber möchte ich kurz berichten.

In dem zu wiederholten Malen aus dem Tschepelteiche bei Hirschberg gefischten Monadenmateriale fiel ein kleiner Flagellat auf, der seitlich stark zusammengedrückt, bei der Bewegung merkwürdig um die Längsachse rotierte, wobei die eine seitliche kürzere Geißel längs des Mantels eines verkehrten Kegels strich. Die Monade war, von der Breitseite betrachtet, fast kreisrund, in der Form nur sehr wenig veränderlich und besaß zwei symmetrisch zur Mediane gelegene, den beiden Breitseiten angelagerte, große, fast kreisrunde, schwach muldenförmig gewölbte gelbbraune Chromatophoren. Von der Schmalseite aus betrachtet, war der Protoplast stark zusammengedrückt und hatte einen fast parallelogrammatischen Umriß. Während die Organismen, von der Seite betrachtet, an-

1) Diese und die folgende Notiz bilden Teilergebnisse einer Reihe von Untersuchungen über die Süßwasser-Mikroflora, die mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen durchgeführt werden.

nähernd so hoch wie breit waren, waren sie, von der Schmalseite aus gesehen, fast dreimal so lang als breit.

Merkwürdig waren die Geißelverhältnisse. In der Mediane (zugleich Symmetrieebene des Protoplasten) inserierten zwei Geißeln, die eine längere, fast genau in der Richtung der Längsachse, die andere kürzere in der gleichen Medianebene, doch mehr nach abwärts gerückt. Die kleinere Geißel war etwa so lang als der Protoplast, die längere ungefähr zweimal so lang. Beide Geißeln saßen nicht unmittelbar dem Protoplasten auf, sondern an der Basis jeder Geißel war je ein deutlicher Höcker gebildet, der deutlich vorsprang, so daß der somit fast kreisrunde Querschnitt des Protoplasten in der Mediane durch diese zwei Höcker unterbrochen wurde.

An der Vorderkante des Protoplasten befanden sich zwei kontraktile Vakuolen, die aber in ihrer Lage wechselten, oft auch nur schwer zu sehen waren.

Basal war ein deutlicher runder Körper mit Granulation zu bemerken (der Kern?). Das Assimilat in Form glänzender Körperchen und kleiner Ballen war gewiß nicht Stärke, seinem Verhalten nach wäre es als Leukosin anzusprechen.

Die Bewegung war auffallend: die Monade schwamm nach vor- und rückwärts gleich gut. Dabei blieb die Hauptgeißel, abgesehen von leichtem Schlängeln, in der Richtung der Bewegung, die Nebengeißel bewegte sich in der bereits angegebenen Weise. Bei der Vorwärtsbewegung schwankt die Hauptgeißel stärker. Nicht selten schaukelte die Monade auch um ihre Querachse, wobei die Lokomotion oft stillstand. Diese Bewegung erfolgte allem Anscheine nach nur in Reaktion auf heftige Reize.

Dieser merkwürdige Organismus (er maß 6—8 μ Länge) war mit keiner Süßwassermonade identifizierbar. Ich war sehr überrascht, in LOHMANNs Arbeiten denselben Organismus unter seinen marinen Flagellaten wiederzufinden.

LOHMANN gibt in seiner Abhandlung[1]: Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton, S. 66, die Beschreibung einer braunen Monade, die er *Phacomonas pelagica* nennt und die er auf Tafel I, Fig. 10, 11 zweimal abbildet. Die Beschreibung ist wörtlich folgende:

Zelle linsenförmig mit zwei sehr großen, scheibenförmigen, gelbbraunen Chromatophoren. Der Geißelpol trägt eine Papille,

1) Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen (Abteilung Kiel). Neue Folge. Bd. VII.

von der eine lange Geißel entspringt, während etwas äquatorwärts auf dem schmalen Körperrande eine kleinere Papille mit einer erheblich kürzeren Geißel sich erhebt. Bei der sehr lebhaften Schwimmbewegung der Pflanze umkreist diese Nebengeißel unausgesetzt die Hauptgeißel und bewirkt, daß auch die Zelle selbst, indem sie durch die Tätigkeit der Hauptgeißel in der Richtung des geißellosen Poles sich fortbewegt, sich schnell um ihre Hauptachse (die durch die Pole geht) dreht. Doch kann die Zelle sich auch fortwährend überschlagen, so daß sie sich um eine durch das Zentrum der Chromatophoren gehende Transversalachse dreht. Durchmesser der Zelle 5—10 μ. — Diese Art, die durch ihre eigenartige Gestalt und Bewegung auffällt, kam nicht selten sowohl in Schöpfproben wie in den Gehäusen der Appendicularien vor. Ich fand sie im Januar, Februar, März.

Die an der Süßwassermonade gemachten Beobachtungen und LOHMANNs Angaben über seine *Phacomonas* stimmen nun in ganz hohem Grade überein. Dieselbe merkwürdige Gestalt, die auffallenden kreisrunden, großen, seitlich stehenden Chromatophoren, die Längen- und Stellungsverhältnisse der Geißel, ihre Insertion in der Mediane mit dem relativ großen Abstande ihrer Insertionspunkte, die merkwürdigen Insertionspapillen, die merkwürdige Bewegung der beiden Geißeln, das dominierende Rückwärtsschwimmen (LOHMANN kam das Vorwärtsschwimmen überhaupt nicht unter) das merkwürdige Schaukeln um die Querachse. Nehme ich dazu noch die übereinstimmende Größe (nach LOHMANN 6—10 μ, die Süßwasserform 5—9 μ), so ist die Annahme berechtigt, daß es sich hier um denselben Organismus handelt, der sowohl marin als auch im Süßwasser auftritt, einen Organismus, der allem Anscheine nach sich in zwei morphologisch zwar nicht unterscheidbare, biologisch aber verschiedene Rassen gespalten hat.

Schwierig ist die Frage zu beantworten, unter welche Flagellaten dieser Organismus zu stellen sei. Einige Momente sprechen für die Chrysomonaden, spez. für die Ochromonadales, andere für die Cryptomonaden; solange aber die Teilung und vor allem der Bau der Zysten nicht bekannt ist, ist jedes Urteil voreilig.

Es möge hier nicht unerwähnt gelassen werden, daß auch zweimal schalentragende Monaden im Süßwasser beobachtet wurden, die mit bereits bekannten Süßwasserformen nicht identifizierbar waren, dagegen mit Abbildungen mariner Formen große Ähnlich-

keit hatten und auch in morphologischen Details übereinstimmten.

Ich beziehe mich zunächst auf die Abbildung, die LOHMANN von seiner *Calycomonas*[1]) gibt. LOHMANN bezeichnet mit diesem Namen farblose Monaden, die kleine becherförmige oder krugförmige Gehäuse bilden und frei schwimmen. Die Gehäuse, in denen diese Monaden leben, sind mit quer oder spiralig verlaufenden aufgetriebenen Ringen versehen und erinnern an die Gehäuse von *Dinobryon undulatum*. Ob es sich hier tatsächlich um eine nähere Verwandtschaft mit dem letztgenannten Organismus oder um eine bloße Konvergenz handelt, ist nicht zu entscheiden.

Calycomonas Lohmann ist marin. — Im Mikroplankton des Süßwassers fanden sich nun wiederholt Gehäuse, die gewiß nicht *Dinobryon undulatum* waren und die speziell mit den LOHMANNschen Figuren a, b, d (I unserer Taf. XIX Fig. 12, a, b, d) große Ähnlichkeit hatten. Insbesondere waren es die Gehäuseformen der kleinen *Calycomonas gracilis*, an die die Gehäuse des Süßwasserorganismus sowohl in der Form als auch in der Größe ganz nahe herankamen (3—5 μ lang, 2—3 μ breit), die aber wohl wegen ihrer Kleinheit und Zartheit der Beobachtung meistens entgehen. Durch Färbung mit Gentianaviolett ließen sie sich deutlicher machen. Über den Protoplasten irgendwelche einwandfreie Beobachtungen zu machen, gelang nicht. Er war bestimmt apochromatisch, besaß allem Anscheine nach eine terminale Geißel und trat beim Absterben wulstig aus dem Gehäuse hervor[2]). Ob die von LOHMANN wiedergegebenen paarweisen Aneinanderlagerungen (vgl. Fig. 12, a, b) wirklich Copulationsstadien repräsentieren, wie LOHMANN glaubt, scheint mir nicht ausgemacht. Ich halte sie nicht dafür.

Die andere Monade ist ebenfalls schalentragend; LOHMANN bildet sie auf Tafel XVII Fig. 34, a, b (vorstehendes Zitat) in zwei durch ihre verschiedene Größe weit voneinander abweichenden Individuen ab. Charakterisiert erscheint sie ihm (S. 285) durch

1) Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen (Abteil. Kiel). Neue Folge. Bd. X. — (LOHMANN, Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton.)

2) In allerletzter Zeit habe ich mich überzeugt, daß die kleinen, der *Calycomonas gracilis* so sehr ähnelnden Süßwasserprotisten kleine Flagellaten sind, sondern winzige, schalentragende Rhizopoden (Monothalamia), mit relativ einfachem Rhizopodiensystem; auch die „eine Geißel" ist ein, und gewöhnlich das am stärksten ausgebildete Rhizopodium. Damit erklären sich auch wohl die von LOHMANN als Kopulationsstadien angesprochenen paarweise verbundenen Formen ganz natürlich als Teilungsstadien.

die mit kurzen radiären Stäbchen versehene Schale, die in ihrer chemischen Beschaffenheit nicht geprüft wurde. Der Protoplast besitzt scheibenförmige paarweise angeordnete braune Chromatophoren. Die Geißel ist mehrmals so lang als der Protoplast. LOHMANN fand immer nur vereinzelte Exemplare, deren Größe zwischen 4—21 μ schwankte (unsere Taf. XIX, Fig. 8, 9).

Eine morphologisch sehr ähnliche Monade fand sich ebenfalls mehrmals in Altwässern der Olsch im Böhmerwalde. Es waren kugelige Schwärmer (Fig. 10, 11) mit einer derben Schale, die dicht mit kurzen, stumpfen Stachelchen besetzt war. Die Schale bestand nicht aus Kalk, und war oft schön rotbraun gefärbt. — Der Protoplast besaß kleine scheibenförmige Chromatophoren von braungrüner Farbe, eine paarweise Anordnung war nicht zu bemerken, es waren 2—5; ich glaube auch, daß die Paarheit für die marine Form nicht charakteristisch ist. Die Schale war an einer Stelle fein durchbrochen, hier ragte die dreimal längere Geißel heraus.

Die rein morphologische Übereinstimmung ist sehr groß (vgl. die Abbildung der Taf. XIX Fig. 8, 9 Meer- — Fig. 10, 11 Süßwasserform), und doch möchte ich beide Formen nicht für identisch halten. Die Süßwasserform gehört unzweifelhaft zur Gattung *Chrysococcus (Chrysococcus dokidophorus)* und schließt in der Morphologie der Schale direkt an *Chrysococcus Klebsianus* an, entspricht darin auch dem *Chrysococcus ornatus*. Von allen Süßwasserchrysococcen weicht er aber durch die scheibchenförmigen Chromatophoren ab, — während diese einen, höchstens zwei große muldenförmige Chromatophoren besitzen.

Anhangsweise sei auch erwähnt, daß sich sehr vereinzelt Schalen von Monaden fanden, die sehr an die Schalen der Silicoflagellaten erinnerten — einmal aber einen Aufbau ähnlich den der Coccolithrophoroiden hatten —, diese Beobachtungen blieben aber so sehr vereinzelt, daß irgendwelche Verwertung dieser Beobachtungen derzeit völlig ausgeschlossen ist.

Überblicken wir die drei erwähnten Fälle, so ist es sicher, daß es einzelne Meerwasser- und einzelne Süßwassermonaden gibt, die einander in hohem Grade gleichen, ja völlig miteinander übereinstimmen. Dabei ist der jetzige morphologische Zustand der Monaden gemeint. Diese derzeitige Übereinstimmung kann nun auf zweierlei Weise entstanden sein. Es kann sich zunächst wirk-

lich um phylogenetisch gleiche, einheitliche Arten handeln, die sowohl das Meer- wie das Süßwasser besiedelten und sich hiernach in zwei morphologisch zwar völlig übereinstimmende, biologisch aber verschiedene Rassen spalteten, eine Meerwasser- und eine Süßwasserform. Oder aber es handelt sich hierbei gar nicht um phylogenetisch zusammengehörige Rassen. Beide morphologisch anscheinend ähnelnde oder sogar übereinstimmende Formen sind gar nicht identisch, sie gehen auf ganz verschiedene Ausgangspunkte zurück, beide Typen, die Meer- wie die Süßwasserform, haben sich nur zu morphologisch konvergenten Formen entwickelt, allerdings in einer Konvergenz, die eine derzeitige rein morphologische Unterscheidung, dieser derzeit nur mehr biologisch verschiedenen beiden Rassen, nicht mehr ermöglicht. Fälle solcher derart weitgehender Konvergenz finden wir auch bei höheren Pflanzen. Mit Gewißheit läßt sich im einzelnen speziellen Falle nie eine sichere Entscheidung treffen.

Dennoch scheint es wahrscheinlicher zu sein, daß im Falle *Phacomonas* wirklich zu mindest generische Identität, und da eine morphologische Übereinstimmung in den feinsten Details (Periplastbau, Chromatophor, Geißel, Geißelpapillen, Bewegung, Größe), kurz in allen überhaupt nur erkennbaren Momenten existiert, vielleicht auch eine spezifische Identität vorliegt. Hier möchte ich an eine Differenzierung zweier biologischer Rassen glauben, ohne daß es zu einer morphologischen Differenzierung gekommen ist.

Anders scheint es mir bei *Calycomonas* und der *Chrysococcus*-artigen Monade zu sein. Da es sich hier, soweit beobachtet, eigentlich nur um Übereinstimmungen in ganz sekundären Momenten, Gehäuse, und auch hier nach relativ einfachen räumlichen Ausbildungsweisen handelt, so liegen doch vielleicht Konvergenzfälle vor, wobei ja noch darauf verwiesen werden kann, daß eine hochgradige Konvergenz um so leichter möglich ist, je einfacher die Organisation der in Frage kommenden Organismen ist.

So ist also derzeit eine sichere ja eine nur wahrscheinliche Deutung nicht möglich. Es wäre um so mehr verfehlt, aus derartigen Vorkommnissen Schlüsse auf Beziehungen zwischen Meer- und Süßwasserflora ziehen zu wollen. Dazu gehört viel, viel mehr und besser fundiertes Tatsachenmaterial, als uns jetzt, selbst unter Zusammenfassung aller derartig einschlägigen Daten, vorliegt.

Prag, Mitte Oktober 1911.

Erklärung der Tafel XIX.

Fig. 1—13.

Fig. 1—7. *Phacomonas.*

Fig. 1. *Phacomonas pelagica* von der Breitseite (Kop. nach LOHMANN).

Fig. 2—4. Die Süßwasserform in der gleichen Lage (Fig. 3, gedreht).

Fig. 5. *Phacomonas pelagica* von der rückwärtigen Schmalseite (Kop. nach LOHMANN).

Fig. 6. Die Süßwasserform von der vorderen Schmalseite.

Fig. 7. Die Süßwasserform von der rückwärtigen Schmalseite.

Fig. 8—11. Schalentragende Chrysomonaden.

Fig. 8, 9. Meerwasserformen (Kop. nach LOHMANN).

Fig. 10, 11. Süßwasserformen (*Chrysococcus dokidophorus).*

Fig. 12. *Calycomonas* (?)

Fig. 12a, b, d. *Calycomonas gracilis* } Meeresformen

Fig. c. *C. globosa* } (Kop. nach LOHMANN).

Fig. a, b. Copulationsstadien (??) nach LOHMANN.

Fig. 13a—d. Schalen einer Süßwassermonade, die den Schalen von *Calycomonas* auffallend gleichen.

Vergrößerung: 1—3, 5—7 1500—1800 mal. 8—11, 12, 13 annähernd 1000 mal.

69. A. Pascher: Über Nannoplanktonten des Süßwassers.

(Mit Tafel XIX, Fig. 14—24.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1911.)

Der Ausdruck Nannoplankton rührt von LOHMANN[1]) her, der ihn das erste Mal in einem Vortrage in der Deutschen Zoologischen Gesellschaft gebrauchte und darunter jene kleinsten Auftrieborganismen meinte, „die uns im wesentlichen erst durch die Fangapparate der Appendikularien und die Zentrifugierung kleinster Wassermengen zugänglich werden". In einer zusammenfassenden Arbeit behandelt dann LOHMANN[2]) die Nannoplanktonten des Meeres eingehender. Über die Menge von Nannoplanktonten des Süßwassers, die erst durch die Zentrifugierungsmethoden der Untersuchung zugänglich werden, spricht sich RUTTNER[3]) in einem Auf-

1) LOHMANN, Verh. d. Deutsch. zool. Ges 1909, S. 201—209. Zitiert nach LOHMANN.

2) LOHMANN, Über das Nannoplankton, Leipzig 1911, als Separat der Int. Rev. d. ges. Hydrob. und Hydrogr., Bd. IV.

3) RUTTNER, Über die Anwendung von Filtration und Zentrifug. usw., Int. Rev. d. ges. Hydrob. und Hydrogr., Bd. II, 1909.

satz aus, in dem er besonders auf die Menge kleinster nackter Chrysomonaden hinweist, die neben anderen Organismen (Gymnodiniaceen) das Nannoplankton des Süßwassers charakterisieren.

Kleinste nannoplanktontische Flagellaten lassen sich in jedem Gewässer nachweisen. Fast regelmäßig aber fanden sich zwei Typen, die im Folgenden kurz besprochen werden mögen. Es gibt aber auch kleinste grüne Planktonten, die in ihren winzigen Größenverhältnissen bakterienähnlich werden, mit diesen aber wohl nichts zu tun haben, sondern kleinste Protococcalen darzustellen scheinen. Auch sie sind ungemein verbreitet, entgehen aber einerseits wegen ihrer Kleinheit, andererseits aber deshalb, weil sie nie in solchen Massen auftreten, die zu intensiven Verfärbungen des Wassers Anlaß geben könnten, meistens der Beobachtung.

Von nannoplanktontischen Chrysomonaden sind es insbesondere zwei Typen, die gewöhnlich — es sei nicht gesagt, daß es immer dieselben Arten sind — fast in jedem Gewässer gefunden werden können. Beide waren ungemein klein. 2—3 μ groß, höchst selten daß ein oder das andere Individuum bis 5 μ maß und konnten nur durch Zentrifugierung erhalten werden. In Netzfängen war nur immer ein oder das andere Exemplar zu finden, das dann auch meistens gar bald sich verlor.

Beide Chrysomonaden unterscheiden sich leicht durch ihre Chromatophoren, die eine hatte distinkte, scharf abgegrenzte, die andere undifferenzierte, maschenartige, in ihrer Ausbildung ungemein schwankende Chromatophoren.

Letztere möge zuerst besprochen werden. Es waren (Taf. XIX Fig. 22) kleinste Monaden, die, in ihrem Basalteile sehr metabolisch, eiförmige Gestalt besaßen. Nach vorne waren sie deutlich verschmälert, und einzelne schienen direkt schnabelartig verlängert zu sein, so wie es bei den Schwärmern von *Mikrothamnion* oder einzelnen *Pteromonas*arten der Fall ist. Im Protoplasten waren glänzende Ballen zu sehen (Leukosin?), kontraktile Vakuolen und ein Stigma ließen sich nicht mit Sicherheit feststellen. Der Chromatophor war nie scharf begrenzt, er hatte immer verwaschene Ränder, zeigte oft Löcher, ungefärbte Stellen, die oft so groß waren, daß der Chromatophor oft nur aus einem feinsten Netzwerk bestand. Manchmal waren die Löcher klein, oft fehlten sie allem Anscheine nach völlig, daß man wieder den Eindruck hatte, als läge ein solider kompakter Chromatophor vor. Der Chromatophor wies demnach denselben Bau auf, wie ich ihn seinerzeit für die

Chrysomonade *Chrysapsis*[1]) und TIMBERLAKE für *Hydrodictyon*[2]) nachwies. Die einzige apikal inserierende Geißel war bis 5mal so lang als der Protoplast.

Dieser Organismus gehört allem Anscheine nach zur Gattung *Chrysapsis*; der merkwürdige Bau der Chromatophoren spricht dafür. Diese kleinsten nannoplanktontischen *Chrysapsis*formen mögen so lange, bis eingehende spezielle Studien eine gründlichere Kenntnis vermitteln, vorderhand als *Chrysapsis agilis* zusammengefaßt werden.

Zugleich mit der vorbeschriebenen *Chrysapsis agilis*, trat ebenso in ihrer Häufigkeit wechselnd, ein anderer Typus auf, der scharf differenzierte Chromatophoren besaß und durch seine ungemeine Beweglichkeit auffiel.

Die gelbbraune Monade (Taf. XIX, Fig. 19, 20, 21) hatte meist eiförmige Gestalt, veränderte diese aber stetig, so wie es viele Chromulinen tun, bildete kleine Lappen und Pseudopodien, kurz war fast amöboid. In den Pseudopodien konnten nicht selten kleinste umflossene Körperchen bemerkt werden, vielleicht handelt es sich hier um animalisch aufgenommene Bakterien. Der gelbbraune, hier und da grünliche Chromatophor war scharf begrenzt, deutlich differenziert, nahm meist die Basalfläche oder lag seitlich an; gemäß der amöboiden Beweglichkeit der Protoplasten veränderte er seine Lage. In den Zellen waren auch die glänzenden Ballen zu zu sehen, am Apikalende auch manchmal ein hellerer Hof (vielleicht die kontraktile Vakuole). Der Flagellat war sehr klein, 2—4 μ groß, seine Beweglichkeit war ungemein lebhaft, seine einzige apikale Geißel war unverhältnismäßig lang und kräftig (bis 7 mal so lang als der Protoplast).

Jedenfalls gehört dieser Flagellat zu den Chrysomonaden, speziell zu den Chromulinalen. Ob er in die Gattung *Chromulina* einzustellen ist, ist nicht ausgemacht. Morphologisch ließe sich eine derartige Vereinigung rechtfertigen. Dennoch habe ich das Gefühl, als repräsentierte uns diese Monade eine ganz bestimmte Entwickelungsrichtung, die wenigstens vorderhand isoliert dargestellt werden möge. Die Gattung *Chromulina* ist ohnehin keine natürliche einheitliche Gattung, sie umfaßt ja eigentlich alle eingeißeligen nackten Chromulinalen, soweit sie nicht andern Gattungen

1) PASCHER, Chrysomonaden aus dem Großteiche zu Hirschberg (Monographien zur Int. Rev. f. Hydrob. u. Hydrogr., I, S. 12).

2) TIMBERLAKE, Starch formation on *Hydrodictyon utriculatum*, Annales of botany, 1901.

angehören, wie *Chrysapsis*, *Pyramidochrysis*, *Sphalcromantis*. Innerhalb dieses als *Chromulina* bezeichneten Formenrestes lassen sich ganz deutlich mehrere selbständige Entwickelungsrichtungen erkennen und es erscheint gar nicht so sicher, ob alle diese Entwickelungsrichtungen wirklich aus einem gemeinsamen Punkte ausstrahlen.

Ob nun zu dieser kleinen Chrysomonade auch die Palmellastadien (Fig. 19), die sich fanden, gehören, vermag ich nicht zu sagen. Es waren kleine, weichschleimige Flöckchen, die mehr platt als kugelig waren und eine ganz leicht gelbliche Färbung hatten. Bei starker Vergrößerung (1200 ×) waren deutlich kleine kugelige Zellen bemerkbar, die lebhaft an braun gefärbte Schizophyceen erinnerten[1]). Die kleinen Zellen besaßen ein scharf abgesetztes Chromatophor, waren eifrig in Teilung begriffen und maßen höchstens 3 μ. Diese Palmellen fanden sich mit der Monade zusammen, ein direkter Zusammenhang ist nicht nachgewiesen, scheint mir aber nicht ausgeschlossen.

Daß es sich bei diesen treibenden Gallertlagern um die Palmellen irgendeiner Chrysomonade überhaupt handle, ging aus einer fast gleichzeitigen Beobachtung hervor. Mit der Zeit nahmen die Membranen der Palmellazellen einen erhöhten Glanz an, an einer Stelle des optischen Querschnittes erschien die Membran durch ein dunkleres Strichelchen unterbrochen, das immer von einem heller Lichtpünktchen begleitet war. Diese Membranen erwiesen sich als aus Kieselsäure bestehend, sie waren durch Hitze nicht zerstörbar. Nach dem Erhitzen traten die erwähnten Details besonders deutlich hervor.

Allem Anscheine ging die Zelle der Palmella allmählich in das Cystenstadium über. Solche Kieselzysten sind aber nur für zwei braune Süßwassergruppen charakteristisch, für die *Diatomaceae* und die *Chrysomonadinae*. Erste kamen wegen der Teilung der braunen Palmellazellen nicht in Betracht. Für die Zuweisung zu den Chrysomonaden spricht aber die Skulptur der Kieselhülle.

Über die Morphologie der Kieselcysten der Chrysomonaden verdanken wir SCHERFFEL die letzten eingehenden und klärenden Untersuchungen[2]). Nach ihm, dieselbe Beobachtung machte ich wiederholt, wird die Kieselmembran der Cyste innerhalb der Proto-

1) Es sei hier auf die Möglichkeit hingewiesen, daß derartige Palmellen in der Tat mit Schizophyceen verwechselt werden können.

2) SCHERFFEL, Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonadineen, Archiv für Protistenkunde, XXII, 299—344.

plasten der Monade angelegt und bereits vor der Encystierung gebildet. Das außerhalb der Kieselhülle befindliche Plasma skulpturiert nicht selten die Außenseite der Hülle, schlüpft aber dann durch ein bereits vorgebildetes Loch in der Hülle in den Innenraum hinein, bis es schließlich innerhalb der Cyste ist. Nun wird ein Stopfen gebildet, der das Loch abschließt und ebenso wie die Cystenhaut aus Kieselsäure besteht. Natürlich liegt, vorausgesetzt, daß der Protoplast der Chrysomonade eine Haut oder Hülle besaß, diese Cyste innerhalb dieser Hülle. Nun sind auch die merkwürdigen Details der im vorliegenden Falle beobachteten Kieselcysten verständlich: das dunkle Strichelchen und das hellere Lichtpünktchen daneben. Das feine Strichelchen, daß die Cystenhülle unterbrach, war die Pore, das Loch, durch welche der Protoplast sich ins Innere zurückzog, das Lichtpünktchen daneben der Stopfen, der das Loch verstopfte. Nur waren bei diesen Cysten alle Details so klein, daß ein deutliches Erkennen mit den mir zur Verfügung stehenden optischen Mitteln nicht möglich war.

So erwiesen sich diese Cysten auch durch ihren feineren Bau als zu einer Chrysomonade gehörig. Das gleichzeitige Auftreten mit der beschriebenen Chrysomonade, die übereinstimmende Größe zwischen den Palmellazellen und den Flagellatenprotoplasten lassen zwar das Zusammengehören der Flagellaten mit den Palmellen und Kieselcysten als möglich, doch nicht als ausgemacht erscheinen.

Neben diesen beiden Formen nackter nannoplanktontischer, brauner Flagellaten finden sich vereinzelt noch andere infolge ihrer geringen Anzahl gewöhnlich nur schwer zugängliche Formen. Häufig ist besonders nach dem Schmelzen des Eises, auch in kleinen stehenden Gewässern, sogar in größeren Bassins der Gärten eine *Chromulina* zu finden (Fig. 23), die sehr schlank spindelförmig ellipsoidisch, einen ungleich hohen manschettenförmigen, nicht zusammenschließenden Chromatophoren hat. Auffallend ist sie durch die große Formveränderlichkeit ihres Basalendes, das, meist in einen langen feinen Faden ausgezogen, der mannigfachsten Verkürzungen fähig ist. Das Vorderende ist abgerundet und hat eine relativ lange, feine Geißel. Eine andere nackte Chrysomonade, allem Anscheine nach ebenfalls eine *Chromulina*, fällt durch ihren fast ringförmigen am Rande mannigfach zerlappten Chromatophoren auf, eine andere besitzt fast kugelrunde Protoplasten und hat eine merkwürdige springende Bewegung.

Auch kleinste Chrysamoeben finden sich, die meist zu

mehreren mit ihren feinen Rhizopodien zu kleinsten Gallertklümpchen verbunden in Wasser treiben (Fig. 24). Einzelne der beschalten nannoplanktontischen Chrysomonaden haben Gehäuse, die mit den Gehäusen von *Chrysococcus* oder *Dinobryopsis* weitgehend übereinstimmen. Es sei hier nur ganz allgemein auf diese Formen hingewiesen; sie alle erfordern noch ein genaues Studium, das der am besten durchzuführen imstande ist, der Gelegenheit hat, sich dauernd oder den größten Teil des Jahres damit zu beschäftigen.

Von grünen Monaden ist es eine kleine Chlamydomonadine, die allem Anscheine ziemlich verbreitet, im Bassin des botanischen Gartens ebenfalls wiederholt auftrat und genauer beobachtet werden konnte. Sie war sehr phototaktisch und konnte zur Zeit häufigeren Auftretens bereits dadurch in größerer Menge erhalten werden, daß der größte Teil des Glases mit Bassinwasser durch schwarzes Papier abgedeckt wurde, worauf sie sich an den unbedeckten Stellen ansammelte. Daß diese Monade, trotz ihrer relativen Häufigkeit eine wesentliche Verfärbung des Wassers nicht hervorrief, liegt in der Kleinheit der Chromatophoren begründet.

Der Organismus (Fig. 16), der meistens 2—3 μ, nur selten bis 4—5 μ maß, war breit eiförmig, nach vorne nur wenig verschmälert und breit abgerundet. Vorne fand sich ein kleines Bläschen (die kontraktile Vakuole?). Basal an den Rand gedrängt lag ein schwach gebogenes grünes Plättchen, das kaum bis zu einem Drittel der ganzen Länge des Protoplasten reichte. Am Chromatophoren war immer ein Pyrenoid bemerkbar. Kleine Körperchen, die in der Zelle waren, schienen sich bei Jod blau zu färben, eine sichere Farbenerkennung war aber bei der Kleinheit der in Frage kommenden Körnchen nicht möglich. Die Lokomotion wurde bewirkt durch zwei apikal inserierende Geißeln, die fast dreimal solang als der Protoplast im Tode (und wahrscheinlich auch in der Ruhe) schön bogig zurückgeschlagen waren. Einige Male schien es, als ob die Membran an einzelnen Stellen vom Protoplasten blasig abstände, sicher ließ sich die Existenz erst bei der Teilung erkennen. Die Vermehrung erfolgte durch Längsteilung (2—4) innerhalb der Membran. Eine Querlagerung der Teilungsprodukte erfolgte nicht.

Neben diesem beweglichen Zustande fanden sich auch kleine Gallertflöckchen, bestehend aus 4—8 von Gallerte umhüllten Zellen, die dasselbe Chromatophoren-Plättchen wie die Schwärmer hatten und eifrig in Teilung begriffen waren. Ich bin geneigt, sie in Zusammenhang mit den beweglichen Stadien zu bringen.

Ein ähnlicher grüner Planktont ist bereits allerdings aus dem Meerwasser beschrieben. 1898 machte REINKE[1]) auf eine kleine gelbgrüne Monade aufmerksam, die er mit Vorbehalt zu *Chlamydomonas* stellte und *Ch. mikroplankton* nannte. BITTNER[2]), der die farbigen Flagellaten des Kieler Hafens studierte, fand ihn wieder, trennte ihn von *Chlamydomonas* ab und nannte ihn *Chlorocystis Mikroplankton*.

Diese marine Monade ist mehr gelbgrün, besitzt einen schön muldenförmigen Chromatophoren. Auch hier sind Palmellastadien beobachtet. — Als Assimilat hat *Chlorocystis* Leukosin. BITTNER spricht *Chlorocystis* als eine „Chromonadine" an, wobei er das Wort Chromomonadine[3]) im Sinne von Chrysomonadine gebraucht. Möglicherweise gehört *Chlorocystis* in der Tat zu den Chrysomonaden, das Assimilat spricht wenigstens dafür.

Mit *Chlorocystis* hat die besprochene Süßwassermonade gewiß nichts zu tun, der Chromatophor, das Pyrenoid, das Fehlen des Leukosins und die höchstwahrscheinlich vorhandene Stärkeassimilation, vor allem aber die Teilung innerhalb der Membran sprechen für eine typische Chlamydomonadine. Ob sie mit *Chlamydomonas* selbst zu vereinigen ist, steht dahin. *Chlamydomonas* spielt unter den Chlamydomonadinen so ziemlich dieselbe Rolle wie *Chromulina* unter den Chrysomonaden; der Gattungsumfang hat hier seit je her geschwankt und zeigt gerade in den Nachträgen zu den Chlorophyceen von ENGLER-PRANTLs natürlichen Pflanzenfamilien eine ganz besondere Weite. Daher sei diese grüne Monade provisorisch zu *Chlamydomonas* gestellt, obwohl ich selber nicht recht an eine besonders innige Beziehung glaube.

Auf eine morphologische Eigentümlichkeit der vorbeschriebenen nannoplanktontischen Süßwasserflagellaten sei hier noch aufmerksam gemacht: ihre im Verhältnis zur Kleinheit des Protoplasten so übermäßig lange Geißel. Bei *Chrysapsis agilis* ist die Geißel 5mal so lang als der Protoplast, dasselbe bei der kleinen *Chromulina*, auch bei *Chromulina pseudonebulosa*, bei *Chrysococcus punctiformis*,

1) REINKE, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abteil Kiel, Bd. III.

2) BITTNER, Die farbigen Flagellaten des Kieler Hafens, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Kiel, Bd. XII, 121—132.

3) BITTNER schlägt an dieser Stelle auch vor, statt „Chrysomonadinae" das Wort „Chromomonadinae" zu verwenden. BITTNER hat übersehen, daß mit „Chromomonadinen" von KLEBS Chryso- und Cryptomonadinen zusammengefaßt werden. Übrigens rührt der Name „Chrysomonadinae" nicht wie BITTNER glaubt, von SENN her, sondern von KLEBS.

Chlamydomonas minima, dieselben mehrmals längeren Geißeln. Während bei den größeren Monaden (auch den planktontischen) die Geißel höchstens bis 2—3mal so lang als der Protoplast ist, meist aber unter dieser Länge bleibt, geht sie bei den nannoplanktontischen Planktonten, soweit sie hier erwähnt sind, weit darüber hinaus. Ich stelle mir vor, daß diese bedeutenden Geißellängen in Beziehung stehen zur Kleinheit der Organismen. Bei diesen kleinsten Lebensformen ist das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen resp. Masse (die Oberfläche nimmt je nach der zweiten, die Masse nach der dritten Potenz ab) viel ungünstiger, die Reibung ist, auf das kleine Volumen bezogen, viel größer als bei den größeren Formen mit relativ mehr Masse und relativ weniger Oberfläche. Möglicherweise steht zu diesen Verhältnissen die Länge, und hier die so bedeutende Länge der Geißel in Beziehung.

Neben grünen Monadinen bilden aber auch grüne zelluläre Algen „Nannoplankton", kleine, kugelige oder ellipsoidische grüne Organismen von bakterienartiger Kleinheit, 1—3 μ groß. Eine Reihe von ihnen wächst gut auf Agarnährböden, ein anderer Teil versagt auf den usuellen Nährböden.

Mit einem solchen kleinsten grünen Organismus hat uns bereits NADSON[1]) bekannt gemacht, der allerdings nicht planktontial ist, sondern ein Bewohner des salzigen Schlammes der Ostsee und des salzigen Sees „Weißowo" ist. Dieses *Chlorobium limicola* bildet kleinste Kügelchen, ellipsoidische Körperchen und kurze Stäbchen von 0,4—0,5 μ Dicke und bis etwa 2 μ Länge. Distinkte Chromatophoren waren wohl nur ihrer Kleinheit wegen nicht erkennbar.

Ähnlichen Formen begegnet man in Plankton nicht selten. Kleinste, ellipsoidische Zellen, oft *Stichococcus*-artig, einzeln oder zu wenigglіederigen Fäden vereinigt, andere wieder kleinste Klümpchen unregelmäßiger Form bildend.

Einer dieser Organismen ist fast in jedem Süßwasser anzutreffen, sowohl im Bodenschlamm, als auch als fakultativer Planktont. Kleinste (bis 2 μ messende) Kügelchen mit einer scharf abgesetzten halbmondförmigen grünen Zone. Charakteristisch ist, daß die Zellen nach der Teilung zu Vieren beisammen bleiben, ähnlich wie bei *Planophila* oder *Tetracoccus*. In solche Viererkomponenten lösten sich auch größere Aggregationen dieses Organismus bei Anwendung von Druck auf.

1) NADSON, *Chlorobium limicola*, Arbeiten aus dem bot. Labor. des mediz. Inst. für Frauen Nr. IX.

Ein anderer Organismus war mehr ellipsoidisch, besaß wie *Stichococcus* einen muldenförmigen seitlichen Chromatophoren, war aber an den Enden verschmälert und in eine verlängerte Spitze ausgezogen und sah einem winzigen *Centritractus belonophorus* nicht unähnlich (Fig. 17). Andere sahen feinsten Raphidien ähnlich, wobei sie zu büscheligen Kolonien vereinigt waren oder kurze Hakenketten bildeten.

Gewiß gibt es noch eine Fülle dieser kleinsten Planktonten. Ihre einwandfreie Untersuchung wird aber nicht selten erschwert dadurch, daß sich die Molekularbewegung bereits sehr störend bemerkbar macht. Ihre Kleinheit und weitgehende morphologische Übereinstimmung erschwert die Unterscheidung der einzelnen Formen sehr, und hier mehr wie sonst werden sich heterogene Formen morphologisch sehr nahe kommen. Es wird sich empfehlen, sie mit denselben Methoden zu untersuchen, wie sie für die Bakterien angewendet werden: Kulturen auf Algenagar anlegen (absolute Reinkulturen sind für planktologische Zwecke gewiß nicht immer vonnöten), Wachstumsweise und Form der Kolonien zu vergleichen, ihr Verhalten auf verschiedenen Substraten zu prüfen und zu vergleichen.

Die Resultate dieser Untersuchungen müssen aber immer und ständig verglichen werden mit genauester Prüfung der morphologischen Details der Einzelindividuen. Es darf nie vergessen werden, daß fast alle Algen, auf festen Nährböden gezogen, unter ganz abnormen Umständen vegetieren, daß sie korrelativ dazu weitgehende morphologische Veränderungen erleiden, die sich nicht immer gerade in den ersten Generationen zeigen, so daß man über kurz oder lang fast immer mit Krüppelkulturen arbeitet, die sich auch, in flüssiges Medium zurückgebracht, nicht immer gleich und auch nicht immer völlig erholen. Dann spielen hier noch ganz feine, schwer ausschaltbare Momente mit: die Dichte der Individuen in einem bestimmten Raum, die Stoffwechselprodukte, die sich häufen, das Wachstum hemmen, den eigenen Bestand gefährden und unter Umständen ebenfalls zur Bildung abnormer Formen, anomaler Teilungszustände Anlaß geben. All das erhöht die Schwierigkeit eindeutig verwertbarer Kulturen sehr.

Dann ist derart nur ein geringer Bruchteil kultivierbar, einer Kultur werden hartnäckig widerstehen viele Flagellaten, vor allem die zarten Chrysomonaden, die wohl trotz der penibelsten Vorsichtsmaßregeln bereits während der Beobachtung „zerfließen".

Neben dieser Art der Kultur muß aber immer eine genaue Kontrolle der „Freiland"-Formen stattfinden, nur aus einem Parallelstudium an Kulturen und an den natürlichen Vorkommnissen wird schließlich eine Klärung und Scheidung dieser konvergenten, in ihrer Kleinheit gleichsinnig an das Schweben im Wasser angepaßten Formen erfolgen können. Daraus erhellt aber wieder klar, daß das Studium dieser Formen, wie so vieles andere von vornherein keine Sache für die Laboratorien der Großstadtuniversitäten ist, sondern Aufgabe der biologischeu Arbeitsstätten an den Gewässern. Eine passende Arbeitsteilung wird auch hierin nur vom Guten sein, und ich kann hierin nur dem beistimmen, was WESENBERG-LUND in seinem bekannten Aufsatze klar und treffend zum Ausdrucke bringt.

So steht noch ein weites Feld für den Planktologen frei, die ganzen Nannoplanktonten und ihre Rolle im „Gesammthaushalt des Wassers" harren noch des gründlichen Studiums.

Prag, Deutsches botanisches Institut, Mitte Oktober 1911.

Erklärung der Tafel XIX.

Figuren 14—22.

Fig. 14, 15, *Kephyrion*. Fig. 14, a, b, eine zu wenig beobachtete Form. Fig. 15, a, b, c, d. *Kephyrion sitta* — Protoplast am Grunde eines breit spindelförmigen, vorne mehr zylindrischen und gerade abgestutzten Gehäuses lebend, das 1½mal bis 2mal so lang als breit ist. Chromatophor einer, ringförmig, wandständig, ungleich hoch, äquatorial gelagert. Protoplast nur die untere Hälfte des Gehäuses ausfüllend Geißel 2—3mal so lang als das Gehäuse, letzteres 3 μ breit, 5 μ lang — aus dem Hirschberger Großteiche, Nordböhmen.

Fig. 16. *Chlamydomonas (Nannochloris) minima*. Protoplast schön eiförmig, mit einer (?) kontraktilen Vakuole. Haut zart, hie und da vom Protoplasten abstehend. Chromatophor einer, klein, basal gelagert in Form eines schwach muldenförmigen Plättchens, mit einem Pyrenoid, kaum das basale Drittel des Protoplasten auskleidend. Assimilat Stärke. Geißeln 3- bis 5mal so lang als der Protoplast, im Tode und in der Ruhe zurückgeschlagen. Vermehrung durch Längsteilung innerhalb der Haut, ohne Querlagerung, 3—5 μ lang, 2—3 μ breit.

Fig. 17. *Stichococcus belonophorus*. Zellen ellipsoidisch-walzlich, beidseits rasch verschmälert und in eine ebenso lange feine Spitze ausgezogen. Chromatophor einer, wandständig, die eine ganze Seite auskleidend. 1½—2 μ dick — 4 μ lang.

Fig. 18a—d. *Chrysococcus punctiformis.* Protoplast mit einer kugeligen, nicht skulpturierten, nicht selten rötlich gefärbten Schale versehen. Chromatophor einer, ringförmig, ungleich hoch, äquatorial gelagert. Geißel eine, 5—7 mal so lang als der Protoplast. Durchmesser der Zelle 2—4 μ.

Fig. 19, 20, 21. *Nannochrysis mikroplankton.* Protoplast eiförmig, sehr amöboid. Chromatophor einer, braungrün, in Form eines schwach muldenförmigen kleinen Plättchens, basal gelagert Geißel 5 mal so lang als der Protoplast. Teilung im beweglichen Zustande durch Längsteilung. 2—4 μ lang, 2 μ breit. Fig. 19 stellt ein wahrscheinlich dazugehöriges Palmella, 21 ein möglicherweise dazugehöriges Cystenstadium dar.

Fig. 22a—d. *Chrysapsis agilis.* Protoplast mehr minder eiförmig, oft sehr amöboid und vorne sehr verschmälert. Kontraktile Vakuole eine (?). Chromatophor netzartig, ohne scharfe Bänder, bald kleinmaschig, bald fein und fadenförmig, hie und da zu einem scheinbar einheitlich differenziertem Körper zusammenschließend. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustande. Geißel 5 mal so lang als der Protoplast. 3—5 μ lang, 2—3 μ breit.

Fig. 23a—e. *Chromulina pseudonebulosa.* Protoplast ellipsoidisch walzlich; das Basalende sehr formveränderlich, oft in einen langen, dünnen Faden ausgezogen, Vorderende abgerundet, mit einer Geißel, die länger ist als der Protoplast. Chromatophor einer, breit mantelförmig, den größeren Wandteil des Protoplasten auskleidend, doch nicht mit seinen Rändern zusammenschließend Teilung im beweglichen Zustande. 4—6 μ (wenn fadenförmig ausgezogen 18 μ lang), 2—4 μ breit. Bewegung ein rasches Schießen, wobei der Protoplast selber den Mantel nach eines vorn offenen Trichters abstreicht.

Fig. 24. *Chrysamoeba planktonica.* Protoplast klein, mit feinen, geraden, hie und da gegabelten Rhizopodien, die bis 5 mal länger als der Protoplast sind. Chromatophor einer, muldenförmig, wandständig. Kontraktile Vakuole eine. Individuen zu mehreren in kleinen, treibenden, kugelig-ellipsoidischen Gallertlagern vereinigt, die bis 70 μ im Durchmesser halten. Größe: 2—4 μ, mit Rhizopodien 30 μ.

Vergrößerung.

Fig. 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24 : 1200 mal.
Fig. 21. 2 mal 1200; Fig. 18, 20 : 900 mal.

70. Julius Schuster: Osmundites von Sierra Villa Rica in Paraguay.

(Mit 4 Textfiguren und Tafel XX.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1911.)

Aus Paraguay waren Versteinerungen bis jetzt kaum bekannt. Herr CARNIER (1) fand am Rand der Sierra von Villa Rica fossiles Holz und hat damit die wichtigste Beobachtung für die Altersbestimmung der Schichten gemacht. Dieser Fund ist auch für die Botaniker von größtem Interesse, weil er einen kleinen Beitrag zu den schönen und theoretisch inhaltsreichen Forschungen von KIDSTON und GWYNNE-VAUGHAN (2) über die fossilen Osmundaceen liefert.

Villa Rica liegt im südparaguayischen Bergland. Die isolierten Berge östlich von Villa Rica bilden ein Massiv, dessen höchste Erhebungen kaum 700 m übersteigen (Sierra von Villa Rica). Sandsteine und basische Eruptivgesteine nehmen den Hauptanteil an seiner Zusammensetzung. In dem Massiv von Villa Rica überlagert Melaphyr eine Basis von gestörten Sandsteinen.

Osmundites ist eine meist ektophloische Siphonostele mit zerklüftetem Xylemring, umgeben von einem geschlossenen Panzer holziger Blattstielbasen.

An dem Typus von Sierra Villa Rica lassen sich leicht vier Zonen unterscheiden: das parenchymatische Mark, die ektophloische Siphonostele, die sklerotische Rinde mit den Blattstielquerschnitten und den Basalteilen der Adventivwurzeln und die Wurzelumhüllung. Letztere besteht aus einfachen Adventivwurzeln mit monarchen bis triarchen Leitbündeln.

Die Stämme sind verkieselt. Doch muß zur Zeit der Verkieselung ein Schwanken der gelösten Mineralstoffe stattgefunden haben, denn an den Schnitten wechseln Färbung und Erhaltungszustand mannigfach und nur die derbsten Gewebe haben die Struktur bewahrt.

So sind in den Blattstielquerschnitten, die nur in der Nähe des Stammes nachzuweisen sind, fast nur die Treppentracheiden und die sklerotischen Elemente in ihrer Umgebung erhalten. Durch ihre hufeisenförmige Gestalt fielen sie auch den Steinschleifern auf, die sie für „Insektenlarven" hielten. Die anatomi-

schen Details bieten im übrigen nichts besonderes; bemerkenswert ist die vollständige Abwesenheit von leaf-gaps—Blattlücken, von deren Rand die Bündel ins Blatt gehen.

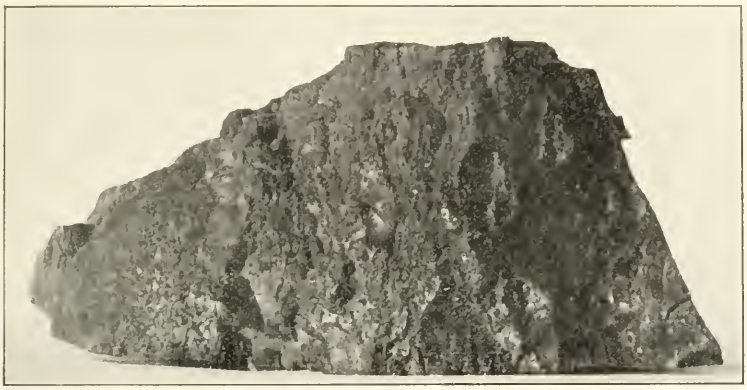


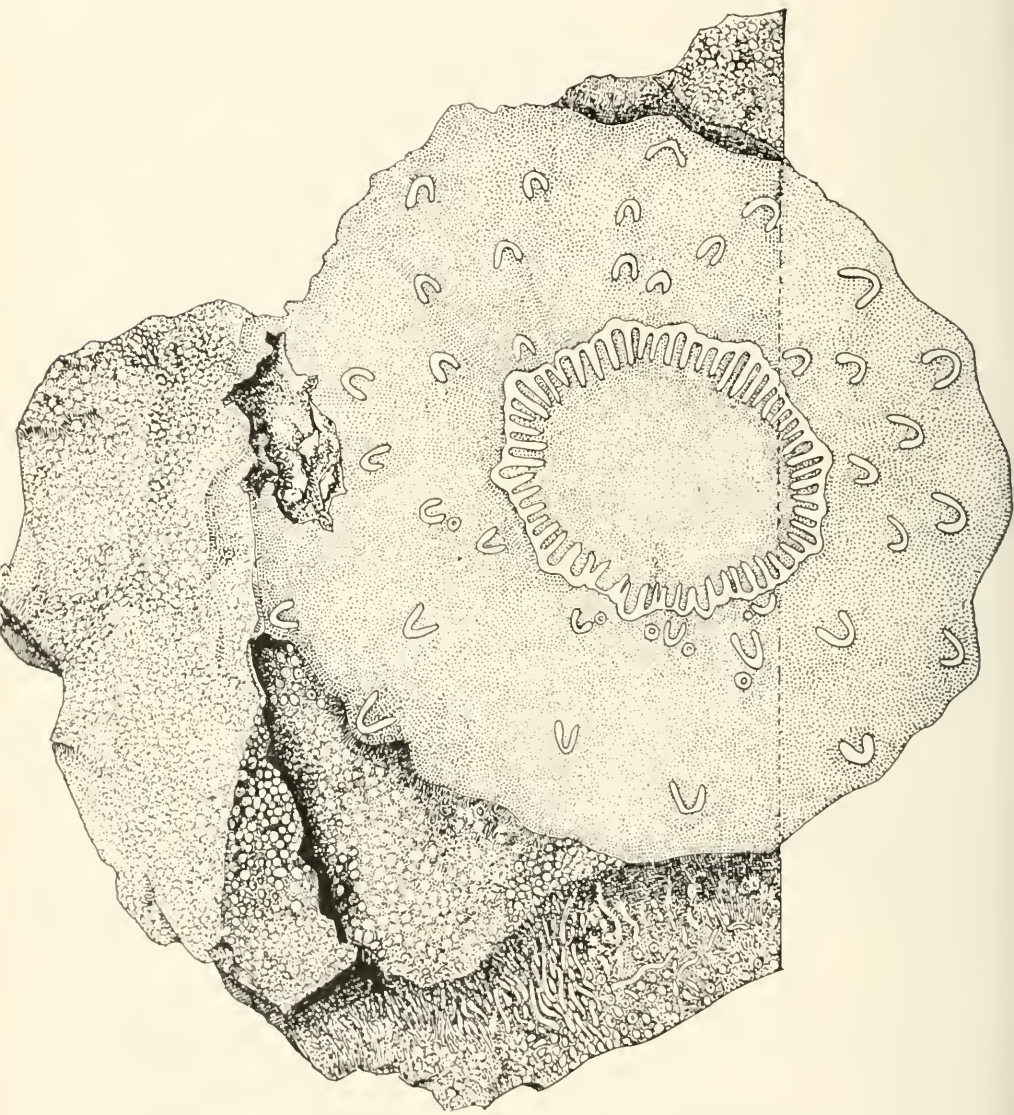
Fig. 1.

Fig. 2.

Osmundites Carnieri Schuster (vgl. auch Tafel XX).
Figur 1. Außenansicht des Stammes mit anhaftender Wurzelumhüllung.
Figur 2. Desgl. im Längsschnitt mit den Spurbündeln, Blattstielquerschnitten und Adventivwurzeln der Umhüllung.

Sechs Arten von *Osmundites* sind bis jetzt bekannt: *O. Dunlopi* und *Gibbiana* Kidston und Ghwynne-Vaughan (2) aus dem Jura von Gore auf Neu-Seeland; *O. skidegatensis* Penhallow (3) aus der unteren Kreide von Canada, *O. Dowkeri* Carruthers (4) aus dem unteren Eocän von Herne Bay; *O. schemnicensis* Unger (5) aus dem tertiären Süßwasserquarz von Ilia bei Schemnitz in Ungarn; end-

lich ein von SOLMS-LAUBACH (6) erwähntes Stämmchen aus dem Geröll der unteren Lena in Sibirien; anhangsweise sei hier noch

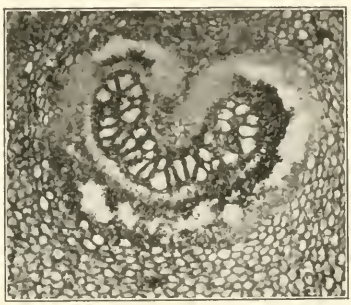


Figur 3. *Osmundites Carnieri* Schuster. Querschnitt (halbschematisch): in der Mitte das Mark, darauf der Bündelring und die Rinde mit den Blattstiel- und Adventivwurzelquerschnitten, außen der den Stamm umgebende Wurzelfilz von der punktierten Stelle ist der Längsschnitt (Figur 2). Wenig verkleinert.

auf cf. *Osmundites* von cenomanen (oder etwas älteren) Schichten aus Ägypten hingewiesen: mit *Osmunda* vollständig übereinstimmende

Rindenstücke mit den Wedelspindeln (Textfig. 4) hat E. v. STROMER im Nordwesten der Oase Baharia mehrfach angetroffen; leider ist der Stamm noch unbekannt.

Der Typus von Sierra Villa Rica ist von diesen allen durch die Wurzelumhüllung und die Dimensionen der Achse verschieden. Letzteres will zwar nicht viel sagen, denn unsere *Osmunda regalis* erreicht im Kaukasus über 1 m Durchmesser. Die Wurzelumhüllung aber ist vielleicht bei den erwähnten fossilen Arten nicht erhalten geblieben. Immerhin ist das Resultat, daß der Stamm von einer unverhältnismäßig starken Wurzelumhüllung



Figur 4. cf. *Osmundites*; Wedelspindel („Rhachiopteris") aus *Osmunda*-ähnlicher Rinde; älteste Kreide der Oase Baharia, ges. v. STROMER. Vergr. 25.

umgeben war, von großem Interesse und jedenfalls sind dergleichen Exemplare bisher nicht bekannt gewesen.

Mit diesen *Osmundites*-Resten fand Herr CARNIER Nadelholzstämme von 15 cm Durchmesser. Auf den Längsschnitten zeigen sich Steinkerne von araucarioiden Hoftüpfeln, deren Höhenausmaß 8—9 μ beträgt, und der Querschliff läßt nur erkennen, daß das Holz keine Jahresringe hatte, weshalb das Holz als *Dadoxylon spez.* zu bezeichnen ist.

Osmundaceen-Reste sind allerdings schon im Perm vorhanden. Das sind aber haplostele Typen oder solche mit geschlossenem Xylemring. Deshalb halte ich ein permokarbones Alter bzw. *Glossopteris*-Facies mit Sicherheit für ausgeschlossen. Und für die *Dadoxyla* (Araucariten) der älteren Formationen haben sich größere Hoftüpfelhöhen (14—24 μ) als durchgehendes Charakteristikum herausgestellt (7).

Größer wäre schon die Möglichkeit eines mesozoischen und dann jurassischen Alters.

Am wahrscheinlichsten ist es mir jedoch, daß die Hölzer

von Sierra Villa Rica dem Tertiär angehören. Denn einmal ist die Ähnlichkeit der Farnstämme, soweit sich aus deren Struktur derartiges entnehmen läßt, am größten mit den tertiären Osmunditen. Ferner wird es sich um tertiäre und nicht permische Sandsteine handeln, etwa analog den Achatmandeln und Holzresten im Departamento Salto von Uruguay, welche, wie ich (8) früher erwähnt habe, tertiäres Alter besitzen dürften; *Caesalpinium Nathorsti*, das ich von dort beschrieb, ist ein fossiles Laubholz vom *Nicolia*-Typus und beweist sicher, daß die urugayische Schichtenreihe, welche im Permokarbon beginnt und sich ins Mesozoikum fortsetzt, bis zum Tertiär reicht, was GUILLEMAINs jüngsten Darlegungen (9) ergänzend hinzugefügt sei.

Den Schluß meiner Notiz soll eine kurze Diagnose bilden.

Osmundites Carnieri Schuster n. sp.

Truncus fossilis e familia Osmundacearum; axis centro medulloso; vasorum fasciculi annulus dilatatus cruribus incurvatis, phloëmate solido (axis qui dicitur siphonostele ectophloica) foliorum lacunis seu „leaf-gaps“ non interruptus; rhachidibus vel stipitibus crebris nec non radicibus obsessus, rhachidum fasciculo vasorum hippocrepico introrsum spectante, externe radicibus adventiciis numerosissimis tunica quasi radicosa circumcinctus.

Siliceus truncus ca. 20 cm, axis 4 cm, cortex sclerotieus 3,5 cm diam. latus, tunica radicosa 3,5 cm.

Formatio, ni fallor, tertiaria.

Specimen in montibus austro-paraguayensibus „Sierra Villa Rica“ consociatum cum trunco Coniferarum Dadoxyli spec. collegit et in museo palaeontologico Monacensi deposuit cl. CARNIER.

Wie CARNIER (1a) neuerdings angibt, findet man die Hölzer zahlreich auf dem Wege von Villa Rica nach der Siedelung Mbuvevo in zwei Bächen nahe am Fuß des Gebirges. Form und Größe der Fossilien lassen einen weiten Transport vollständig ausgeschlossen erscheinen. Ihre Bedeutung besteht, abgesehen von dem botanischen Interesse, darin, daß sie die ersten Fossilien sicherer Herkunft aus Paraguay darstellen und die Altersgrenze der betreffenden Schichten zwischen Jura und Tertiär festlegen.

Literatur.

1. CARNIER, Reisen in Mattogrosso und Paraguay, Mitt. Geogr. Ges. München 61, 1911, S. 32.

1a. CARNIER, Paraguay, Versuch zu einer morphologischen Betrachtung seiner Landschaftsformen, Mitt. Geogr. Ges. (für Thüringen) zu Jena 29, 1911, S. 38.

2. Kidston und Gwynne-Vaughan, On the fossil Osmundaceae I, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 45, III (Nr. 27) 1907, S. 759—780.
3. Penhallow, *Osmundites skidegatensis* n. sp., Trans. Roy. Soc Canada 8, II (4) 1902, S. 3.
4. Carruthers, On the structure of a Farn-stem from the lower Eocene of Herne Bay, and on its allies recent and fossil, Quat. Journ. of the geol. Soc. 26, 1870, S. 349.
5. Unger, Ein fossiles Farnkraut aus der Ordnung der Osmundaceen nebst vergleichenden Studien über den Bau des Farnstammes, Denkschr. Kais. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl. 6, 1854, S. 137.
6. Solms-Laubach, Einleitung in die Paläophtytologie, Leipzig 1887, S. 276.
7. Schuster, J., Kieselhölzer der Steinkohlenformation und des Rotliegenden aus der bayerischen Rheinpfalz, Geogn. Jahresh. 20, 1907, S. 8.
8. Schuster, J., Über Nicolien und nicolienähnliche Hölzer, Kungl. Svenska Vet. Akad. Hand. 45 (Nr. 6) 1910, S. 9—11.
9. Guillemain, Zur Geologie Uruguays, Monatsber. Deutsch. Geol Ges 1911, S. 203—221.

Erklärung der Tafel XX.

Osmundites Carnieri Schuster.

Paraguay, Sierra von Villa Rica, wohl Tertiär.

(Vgl. auch Textfigur 1—3.)

Figur 1. Querschliff durch den Stamm mit dem Bündelring, umgeben von der sklerotischen Rinde mit den Blattstielquerschnitten und Basalteilen von Adventivwurzeln. Nat. Gr.

Figur 2. Querschliff durch die sklerotische Rinde mit den Blattstielquerschnitten und der Wurzelumhüllung. Nat. Gr.

Figur 3. Ein Teil aus dem Querschliff des Bündelringes, mehrere Spurbündel zeigend (ektophloiische Siphonostele). Vergr. 20.

Figur 4. Wedelstiel quer (Monostelie), das Grundparenchym ist teilweise erhalten; unten konzentrisch-schaliger Chalcedorgang. Vergr. 20.

Figur 5. Wurzelumhüllung und Rinde im Querschliff, in der letzteren Wedelstiel- und Adventivwurzelquerschnitt. Vergr. 20.

Figur 6. Partie des stammumgebenden Wurzelfilzes mit den Adventivwurzelquerschnitten. Vergr. 20.

Figur 7. Seitenwand eines Gefäßes in Flächenansicht. Vergr. 250.

Figur 8. Längsschliff durch ein Stück Seitenwand eines Gefäßes mit den Mittellamellen. Vergr. 250.

Originale in München.

Alle Photographien (ohne Retusche) aus dem physikalischen Laboratorium von C. Stein.

---

71. Julius Schuster: Paleozäne Rebe von der Greifswalder Oie.

(Mit Tafel XXI.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1911.

Das Studium tertiärer Blatt- und Holzreste — zu den Zeiten OSWALD HEERS eine Lieblingsdomäne der Paläophytologie — beschäftigt heute nur noch eine spärliche Anzahl von Forschern. Mit Unrecht eigentlich, denn seit jener „heroischen" Epoche der Paläobotanik ist ein überreiches Material an tropischen Pflanzen den Sammlungen zugeflossen und vielfach die mikroskopische Beobachtung botanischen Mitteilungen aus den Tropen Grundlage geworden.

Als UNGER 1842 das erste fossile Lianenholz aus dem Tertiär von Rańča in Ungarn beschrieb, vermochte er über die Verwandtschaft dieser Pflanze mit irgendeiner lebenden Familie zu keiner Gewißheit zu kommen, während wir jetzt wissen, daß jene *Lillia viticulosa* ohne Zweifel ein mit *Coscinium fenestratum* verwandtes Menispermaceenholz ist.

Durch die anatomische Bearbeitung der Lianenstämme von H. SCHENCK ist der Paläontologe in Stand gesetzt, selbständig an die Bestimmung von Lianenhölzern heranzutreten, eine Aufgabe, die freilich infolge der durch die besondere Lebensweise bedingten konvergenten Erscheinungen innerhalb zahlreicher verschiedener Familien nicht ohne Schwierigkeit ist und selbst bei rezentem Material Monographen zu Irrtümern veranlaßt hat, während die Bestimmungen der Paläobotaniker von vielen eo ipso als problematisch angesehen werden.

Letzteres dürfte bei dem Stück, dem dieser Aufsatz gewidmet ist, nicht der Fall sein. Denn abgesehen von der Markkrone sind alle Elemente so vorzüglich konserviert, daß die 7 Schliffe, die zur Untersuchung dienten, rezenten Präparaten an Klarheit nicht nachstehen (s. Taf. XXI).

Dies lockte zu näherer Untersuchung, und das Resultat, daß eine der nordamerikanischen *Vitis rotundifolia* Michaux am nächsten verwandte Rebe vorliegt, ist um so bemerkenswerter, als dies das erste strukturhaltige Zweigstück und die geologisch älteste Rebe überhaupt ist, die man bis jetzt kennt: das Stück

stammt nämlich aus dem ältesten Tertiär und zwar aus dem Paleozän der Greifswalder Oie, einer Felseninsel südöstlich von Rügen.

Von der Greifswalder Oie sind, wie ELBERT und KLOSE mitteilen, seit längerer Zeit charakteristische dunkle Kalke bekannt, die durch das Vorhandensein zahlloser Splitter eines hellgelben vulkanischen Glases ausgezeichnet sind und, da sie mit dem sog. Zementstein des Limfjordes ident sind, paleozänen Alters sein müssen. Arm an organischen Überbleibseln, enthalten sie fast nur Spongienreste und Diatomeen. „Außerdem ist ein Stück verkieseltes Holz darin gefunden, welches nach freundlicher vorläufiger Mitteilung des Herrn Prof. NATHORST in Stockholm eine Liane ist" — eben unser ***Vitoxylon Coheni;*** es war der verstorbene Prof. COHEN in Greifswald, der NATHORST das Stück seinerzeit gegeben hatte.

Vitoxylon Coheni Schuster n. g., n. sp.

Querschliff. Holz vom Charakter des *Aristolochia*-Typus: primäre Markstrahlen sehr breit und den Holzkörper der Länge nach zerklüftend. Durch die zahlreichen und großen Gefäße von 0,4 bis 0,5 m Durchmesser von porösem Aussehen. Jahresringe fehlen (undeutliche scheinbar vorhanden). Parenchym auf die Umgebung der Gefäße beschränkt.

Rinde: Periderm unmittelbar unter der Rindenepidermis. Im Perizykel Bastfasern in mehr oder weniger regelmäßigen radialen Reihen. Rindenmarkstrahlgewebe in die Markstrahlen des Holzes eindringend, Kambiumringgrenze dadurch konkav eingebogen. Hartbasteinlagerungen in den Rindenmarkstrahlen.

Radialschliff. Gefäße mit zahlreichen Thyllen, treppenförmig verdickt, Perforation spärlich leiterförmig. Holzfasern einfach getüpfelt, wenig gefächert. Markstrahlzellen weitlichtig, radial wenig gestreckt. Gefäßwand gegen angrenzendes Markstrahlparenchym einfach getüpfelt.

Tangentialschliff. Markstrahlen über 11 mm hoch, kleinere 5—6 mm.

Durchmesser des Originalquerschliffs 3 cm.

Die Einverleibung der fossilen Greifswalder Liane zu den Vitaceen gründet sich auf folgende Tatsachen.[1] Lamellenartige Zerklüftung des Holzkörpers durch breite Markstrahlen — der sog. *Aristolochia*-Typus — ist bekannt bei den Piperaceen, Ranunculaceen, Lardizabalaneen, Menispermaceen, Hippocrateaceen, Vitaceen, Begoniaceen, Aristolochiaceen, Cucurbitaceen, Kompositen, Gnetaceen. Davon scheiden zuerst diejenigen aus, bei welchen die

Grundmasse des Holzes aus einfach getüpfelten Holzfasern besteht wie dies z. B. bei den *Aristolochia*-Stämmen selbst der Fall ist. Einfach getüpfeltes Holzprosenchym in Verbindung mit *Aristolochia*-Typus tritt nur bei den Lianen aus der Familie der Piperaceen, Vitaceen und Kompositen auf.

Von den Piperaceen käme nur *Piper fluminense* in Betracht, scheidet aber wegen seines parenchymreichen Stammes und des Vorhandenseins von zwei Gefäßbündelringen von selbst aus, ganz zu schweigen von den Kompositen. Somit ergibt sich die Zuteilung zu den Vitaceen von selbst. Dafür läßt sich folgendes anführen: 1. die zahlreichen, großen und weitlumigen Gefäße, deren Durchmesser dem größten überhaupt bei Lianen vorgefundenen nicht nachsteht; 2. die breiten Markstrahlen, welche den Holzkörper in Lamellen zerlegen; 3. die neben runden und elliptischen auch leiterförmigen Perforationen; 4. die einfache Tüpfelung bei angrenzendem Markstrahlparenchym an die Gefäßwand; 5. das auf die Umgebung der Gefäße beschränkte Holzparenchym; 6. das einfach getüpfelte, wenig gefächerte Holzprosenchym; 7. die Hartbasteinlagerungen in den Rindenmarkstrahlen.

Bei der Zuteilung zu der Gattung *Vitis* ist folgendes zu beachten: *Cissus* enthält mehr Parenchym im Grundgewebe, ja die gesamte Grundmasse besteht vielfach aus dünnwandigem Parenchymgewebe. Anderseits ist Leiterperforation nur bei *Vitis* und *Leea* nachgewiesen; bei letzterer ist aber an der gegenseitigen Berührungsstelle der Gefäße Treppenhoftüpfelung vorhanden. Wenn wir also *Vitis* in weiterem Sinne fassen, d. h. inklusive *Ampelopsis*, so ist damit über die Zugehörigkeit des Fossils wohl nicht zu viel gesagt. Bei den Gattungen *Ampelocissus* und *Parthenocissus quinquefolia* habe ich indes die primäre Rinde auffallend dünnwandig gefunden und dies veranlaßte mich, innerhalb der Gattung *Vitis* selbst Umschau zu halten.

Das praktische Interesse, das sich an die Weinrebe knüpft, hat es mit sich gebracht, daß auch die Holzanatomie der *Vitis*-Arten eine erneute und vertiefte Untersuchung erfuhr. Die Untersuchungen von GARD ergaben auf Grund der Holzanatomie das diagnostische Ergebnis: Schichtung in Hart- und Weichbast bei *Euvitis* — Bastfasern in mehr oder regelmäßigen radialen Reihen bei *Muscadinia*. Glücklicherweise ist die Rindenstruktur bei dem Fossil ausgezeichnet erhalten und, wie aus der Diagnose ersichtlich, für die Gruppe *Muscadinia* wegweisend. Außer neun noch nicht genügend bekannten Arten findet hier *Vitis rotundifolia* Michx. aus Nordamerika bei GARD eingehende Schilderung und Abbildung

(Fig. A auf S. 291 a. a. O.) und dabei tritt die denkbar engste Beziehung zur paleozänen Greifswalder Rebe klar zutage. Eine solche Relation einer eozänen Spezies zu einer nordamerikanischen entspricht auch durchaus den jetzigen Anschauungen über die Verwandtschaft der Eozän-Flora.

Leider stand mir von *Vitis rotundifolia* eine ältere Achse nicht zur Verfügung; es mag also einem künftigen Monographen vorbehalten bleiben, *Vitoxylon Coheni* abermals auf die Wagschale zu legen: ich hoffe, er wird es nicht auf zu schmalem Grunde aufgebaut finden.

In einer auf Anregung von KNY entstandenen Arbeit hat K. HOFFMANN[1]) die Jahresringbildung der Vitaceen untersucht und darauf hingewiesen, daß bei *Parthenocissus* und *Ampelopsis* die Jahresringbildung sehr undeutlich oder überhaupt nicht nachweisbar sei. HOFFMANN erwähnt dabei tangential verlaufende Schichten von mehr oder weniger radial verkürzten Elementen. Auch auf den Querschliffen der Greifswalder Rebe sind derartige Schichten von radial verkürzten Elementen deutlich sichtbar (Tafel XXI, Fig. 2 und 3). Die nämliche Erscheinung habe ich früher an fossilen Araucariten *(Dadoxylon Brandlingi)* aus dem Permokarbon der Rheinpfalz beobachtet und als Anfang einer Jahresringbildung gedeutet. Allein unter den vielen paläozoischen Hölzern, die ich seitdem untersuchte, hat sich nie ein Übergang zu einer deutlichen Jahresbildung gezeigt und so kann ich GOTHAN vollständig beipflichten, wenn er die paläozoischen Hölzer als jahresringlos bezeichnet. Schichten von radial verkürzten Elementen allein reichen im allgemeinen nicht aus, um von einer Jahresringbildung zu sprechen; gerade an der Rebe von Greifswald, die in dem gleichmäßig warmen Klima des Paleozäns gedieh, sieht man, wie derartige Zonen, die zum Teil Jahresringen täuschend ähnlich sind (Tafel XXI, Fig. 2), nicht durchsetzen oder gar anastomosieren. Es kommen also sogar innerhalb der nämlichen Gattung Arten mit deutlicher und solche mit „undeutlicher", d. h. fehlender Jahresringbildung vor. Daraus ist schon zu entnehmen, daß die Jahresringbildung ein unter der Herrschaft erblicher Arteigentümlichkeiten stehendes Merkmal ist. Ob sie sich ursprünglich in Anpassung an die Ausbildung von Klimazonen entwickelt hat, wie gewisse Spekulationen an fossilen Nadelhölzern

1) Dankenswerterweise hat HOFFMANN auch die Wurzelhölzer untersucht. Er fand, daß diese stets weniger Gefäße enthalten als der Stamm. Schon aus diesem Grunde ist das Greifswalder Fossil ein Stammrest.

dartun sollen, würde erst noch experimentell zu zeigen sein. Denn jedenfalls ist die Jahresringbildung bei verschiedenen Formen verschieden stark erblich fixiert und deshalb glaube ich, daß sie der experimentellen Forschung zugänglich ist, wenngleich die Faktoren offenbar sehr kompliziert liegen; Versuche mit tropischen Bäumen in den Tropen selbst könnten die Lösung der Frage wohl fördern.

Literatur.

ELBERT, J., und KLOSE, H., Kreide und Paleozän auf der Greifswalder Oie, Jahresb. Geogr. Ges. Greifswald VIII, 1903, S. 18 (s. auch Karte).

GARD, M., Études anatomiques sur les vignes et leurs hybrides artificielles Act. Soc. Linn. Bordeaux LVIII, 8, 1903, p. 185—319.

GOTHAN, W., Die Jahresringlosigkeit der paläozoischen Bäume und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Bedeutung des Klimas dieser Periode. Naturw. Wochenschr. N. F. X, 1911, S. 442—446 (und die diesbezüglichen früheren Schriften des nämlichen Verfassers).

HOFFMANN, K., Beiträge zur Anatomie und Jahresringbildung der Vitaceen, Berliner Diss., 1909.

SCHENCK, H., Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen II (Beiträge zur Anatomie der Lianen), Jena 1893, S. 137, S. 30.

SCHUSTER, J., Kieselhölzer der Steinkohlenformation und des Rotliegenden aus der bayerischen Rheinpfalz, Geogr. Jahresh. XX, 1907, S. 5.

Erklärung der Tafel XXI.

Vitoxylon Coheni Schuster.

Greifswalder Oie, paleozäner Kalk.

Figur 1. Querschnitt in nat. Gr.

Figur 2. Querschliff durch die Achse samt Rinde (ohne Periderm). Vergr. 6.

Figur 3. Ein Teil des Holzkörpers mit den scheinbaren Jahresringen (in den Gefäßen kristallinischer kohlensaurer Kalk). Vergr. 130.

Figur 4. Rindenmarkstrahl und Hartbast, quer. Vergr. 130.

Figur 5. Periderm, dem „Zementstein“ anhaftend. Vergr. 250.

Figur 6. Teil eines primären Markstrahles, radial. Vergr. 130.

Figur 7. Sklerenchymeinlagerung in einem Rindenmarkstrahl, tangential. Vergr. 130.

Figur 8. Leiterperforation eines Gefäßes. Vergr. 250.

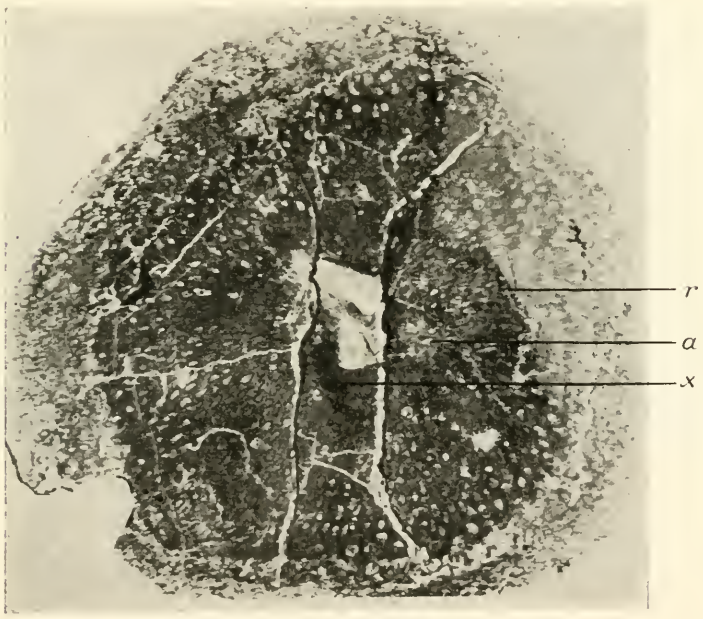
Originale in der paläobotanischen Abteilung des Reichsmuseums zu Stockholm.

72. Julius Schuster: Xylopsaronius — der erste Farn mit sekundärem Holz?

(Mit 3 Textfiguren.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1911.)

Von dem alt- und allbekannten *Psaronius Cottai* Corda beschrieb Prof. POHLIG kürzlich sekundäre Holzbildung[1]). Das ist



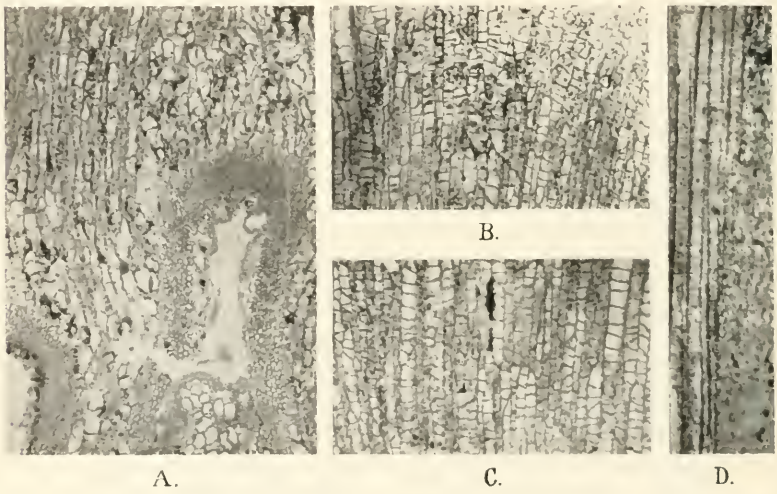
Figur 1. *Psaronius Cottai* Corda (= *Xylospsaronius Cottai* Pohlig), polierter Querschnitt; *r* Rinde mit den Adventivwurzeln, *a* exzentrische Achse mit wenig Leitbündeln, *x* angeblich sekundäres Holz, in Wirklichkeit Grundparenchym.
Unteres Parm von Hilbersdorf b. Chemnitz, Sachsen. $^1/_2$ nat Gr.

bei dem bis in die jüngste Zeit oft untersuchten Objekt überraschend und von allgemein botanischem Interesse: wie POHLIG sagt, das Debut der Xylembildung bei den Farnen und das Debut

1) HANS POHLIG, Les premières Filicinées caractérisés par la formation du bois, Bull. Soc. Belge Géol. 24, 1910 (Proc.-Verb.) S. 335—339.

der Evolution der Medullosen. Da die bekannte Firma KRANTZ in Bonn polierte Scheiben von POHLIGs Original „Xylopsaronius“ (aus dem Rotliegenden von Hilbersdorf bei Chemnitz) ausbot, wollte ich mir dieses interessante Stück für meine Vorlesung nicht entgehen lassen.

Der ersten Freude folgte freilich eine kleine Enttäuschung nach. In dem sehr voluminösen Stamm (Fig. 1) sah ich wohl vis-à-vis der schmächtigen, exzentrischen, aus nur wenigen gefalteten Gefäßbündeln bestehenden Achse die von POHLIG signalisierte rundlich-sternförmige Zone in ziegelroter Färbung von der



Figur 2. Dünnschliffe von dem vorigen; *A* Parenchym zwischen den Adventivwurzeln der Rinde, *B* Parenchym aus dem angeblichen Sekundärholz *x* quer und *C* tangential, *D* Treppentracheiden des Gefäßbündels.
A—*C* Vergr. 45, *D* Vergr. 130.

dunkel graubraunen Rindenschicht sich abheben, aber es machte mich stutzig, daß ich solche ziegelrote Zonen mehrfach zwischen den Adventivwurzelquerschnitten bemerkte, welche wie eine gesprenkelte Starenbrust aussehen und so dem Volk Anlaß zu der Bezeichnung „Starsteine“ wurden. Bei der Betrachtung mit einer guten Lupe im Sonnenlicht zeigten sich mir an solchen Stellen in radialer Richtung gestreckte, annähernd viereckige, dünnwandige Zellen, die ich mit bestem Willen nicht anders denn als Parenchym der Wurzelhülle deuten konnte.

Die Dünnschliffe, die ich an dem für 50 Mark nicht eben

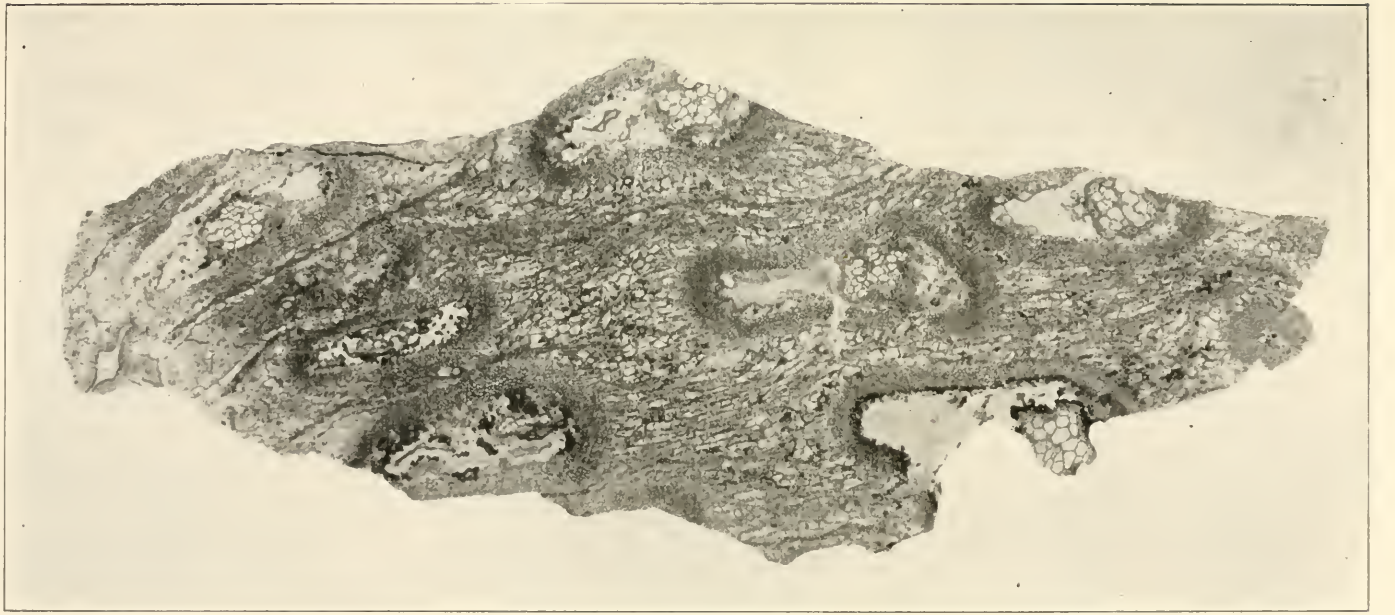


Fig. 3.

Psaronius Cottai Corda; Querschnitt durch die sog. Wurzelrinde mit den eingeschlossenen Wurzelquerschnitten und dem aus rhizogenem Füllgewebe bestehenden Parenchym (distale Seite rechts).

billig erworbenen Stück herstellte, bestätigten die Richtigkeit meiner ersten Beobachtung vollauf. Was ich erhielt, war immer nur Parenchym von der nämlichen Beschaffenheit, wie es die einzelnen Adventivwurzeln der Rinde verbindet (Fig. 2, A—C). Zwar bildet POHLIG einen Längsschnitt ab, auf dem anscheinend ein Protoxylemstrang dargestellt ist, indes gab mir die Mikrophotographie an dieser Stelle die Treppentracheiden des Gefäßbündels (Fig. 2 D) wieder. Die Sache erklärt sich wohl so, daß POHLIG keine eigentlichen Dünnschliffe, sondern nur die angeschliffenen Flächen untersuchte.

Mit dem Debut des *Xylopsaronius* ist es also nichts In Chemnitz, wo man in dem schönen König-Albert-Museum die vollständigste Kollektion von Psaronien bewundert, sah ich nirgends etwas von einer Holzbildung bei diesen Fossilien, und dem trefflichen Direktor dieser Sammlung, dem um die Erforschung der Permokarbonflora hochverdienten Prof. STERZEL, ging es ebenso.

In einer während des Druckes dieser Zeilen erschienenen Arbeit lehnt auch SOLMS [1]) *Xylopsaronius* und die daran geknüpften Folgerungen ab. SOLMS' Deutung der sog. Wurzelrinde der Psaronien als sekundäres rhizogenes Füllgewebe bestätigt sich auch an dem vorliegenden Material; ein Vergleich unserer 3. Textfigur mit SOLMS' Figur 5 wird dies besser als viele Worte erläutern.

1) H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH, Der tiefschwarze *Psaronius Haidingeri* von Manebach in Thüringen, Zeitschr. f. Bot. 1911 (11. Heft), S. 753.

73. W. Figdor: Das Anisophyllie-Phaenomen bei Vertretern des Genus Strobilanthes Blume.

(Mit 2 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 20. Oktober 1911.)

Gelegentlich der Untersuchungen über die Ursachen der Anisophyllie wurde von mir u. a. für *Strobilanthes anisophyllus* T. ANDERS. (*Goldfussia anisophylla* NEES) im Anschlusse an die Studien WIESNERs der Nachweis erbracht, daß die typische Ungleichblättrigkeit der Sprosse mit Hilfe des Experimentes (durch eine allseits gleichmäßig angreifende Licht- und Schwerkraftswirkung) nur bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen werden kann[1]). Das Auftreten von isophyllen Sprossen[2]) an einem ganz normal aussehenden, also durchaus anisophyllem Individuum der eben erwähnten Art, das ich zufälligerweise beobachtete, veranlaßte mich, dieser mir sonderbar vorkommenden Erscheinung nachzugehen. Ich hatte mir seinerzeit die Meinung gebildet, „es handle sich hier vielleicht um das Auftreten einer spontanen Mutation oder es sei auch bei dieser Art, ebenso wie bei *Strobilanthes glomeratus*, ein Bestreben, orthotrop zu werden, vorhanden[3])". Beide Mutmaßungen haben sich als unzutreffend erwiesen, wie ich gleich eingangs erwähnen will, und es soll in der Folge gezeigt werden, daß es sich in diesem Falle wohl um nichts anderes als um eine Rückschlagserscheinung zur Jugendform handelt.

Die Vermehrung der einzelnen Individuen von *Strobilanthes*

1) FIGDOR, Über den Einfluß äußerer Faktoren auf die Anisophyllie. Diese Ber. Bd. XXII (1904), S. 292 ff.

2) Ebendort S. 293. Abkömmlinge (Stecklinge) derselben werden auch heute noch im pflanzenphysiolog. Institute der Wiener Universität u. hier kultiviert. Diese wachsen oftmals zu gewöhnlichen, anisophyllen Pflanzen aus; hin und wieder wird das eine oder andere Blattpaar solcher Individuen ohne irgendwelchen sichtbaren Grund plötzlich isophyll.

3) Vgl. FIGDOR, Die Erscheinung der Anisophyllie. Eine morphologisch-physiologische Studie. (Bei F. DEUTICKE in Leipzig u. Wien 1909). S. 151. Zur Erläuterung des eben Gesagten möchte ich hinzufügen, daß bei letzterer Art „neben orthotropen Hauptsprossen mit isophyllen u. symmetrischen Blättern ebenso häufig plagiotrope Hauptachsen mit durchaus anisophyllen u. asymmetrischen Blättern vorkommen". S. FIGDOR, ebendort S. 97. Ich stellte mir die orthrotope Wuchsform als eine von der plagiotropen abgeleitete vor und nicht umgekehrt.

anisophyllus, welche Art uns zunächst beschäftigen soll, erfolgte bisher, soviel mir bekannt, immer nur auf vegetativem, ungeschlechtlichem Wege durch Zweigstecklinge; sämtliche Versuche von WIESNER und auch von mir wurden, nebenbei erwähnt, an derartig gezogenen Pflanzen durchgeführt. Ich stellte mir nun die Frage, ob es nicht an Keimlingen und zwar vom ersten Momente der Entwicklung an möglich wäre, durch eben dieselbe Versuchsanstellung, die ich bisher angewandt hatte, eine gleichmäßigere Ausbildung der gegenständigen, der Anlage nach gleich alten Blätter hervorzurufen als eine solche bisher erzielt worden war.

Da ich Samen dieser Art trotz vielfacher Bemühungen von keiner Seite beziehen konnte und einige meiner Stammpflanzen nahezu jedes Jahr blühten ohne Früchte anzusetzen, beschloß ich in den vorvergangenen Wintermonaten Blüten, die an verschiedenen Exemplaren reichlich aufgetreten waren, künstlich zu befruchten, um mir auf diese Weise vielleicht keimfähigen Samen zu beschaffen. Die Übertragung des Pollens, der von verschiedenen Blüten stammte, erfolgte mittels eines feinen Haarpinsels auf die reizbaren Narben[1]). Daß in einigen Fällen eine Befruchtung der Eizellen vollzogen worden war, konnte man schon frühzeitig infolge des Anschwellens des Fruchtknotens vermuten und schließlich erntete ich (nach etwas mehr als zwei Monaten) 39 reife, voll aussehende Samenkörner. Nachdem dieselben durchaus trocken geworden waren, legte ich sie gleich in Erde und zwar während des Frühjahrs (Mitte März bis Mitte April); 16 von denselben keimten nach durchschnittlich 3 Wochen[2]). Die Kotyledonen, die durch Streckung des Hypokotyls (dasselbe wird 1—1,5 cm lang) über den Erdboden gehoben werden, waren ganz gleich groß und entwickelten sich auch in ganz gleichem Maße; sie erreichten schließlich eine Länge von 0,8 cm und Breite von 1 cm ungefähr, ohne Petiolus gemessen; derselbe wird bis zu einem halben Zentimeter lang (Abb. 1). Ebenso wie das Hypocotyl wuchs auch die aus der Plumula sich entwickelnde Hauptachse vertikal nach aufwärts; dieselbe war stets durchaus orthotrop und trug eine Anzahl von an allen Seiten annähernd gleich großen Blättern[3]) (Abb. 2). Es zeigte also die

1) Vgl. K. LUTZ, Untersuchungen über reizbare Narben. Zeitschrift für Botanik. Jbrg. 1911, S. 289 ff.

2) Die Keimung erfolgte sehr ungleichmäßig.

3) Derartige Keimpflanzen (in frühester Jugend sind die Achsenteile und Blätter deutlich behaart) unterscheiden sich durch ihre ganze Wuchsform und insbesondere durch die Breite der Laubblätter überaus deutlich von Vertretern des *St. isophyllus* T. ANDERS. Ich kann HOOKER absolut nicht zu-

Jugendform dieser Art ganz andere morphologische Verhältnisse wie die ausgewachsene Pflanze, deren Hauptachse sich, abgesehen von den stark anisophyllen Blattpaaren, durch einen ausgesprochen plagiotropen Wuchs auszeichnet. Erst wenn die Keimpflanzen eine gewisse Höhe erreicht hatten, begann die Sproßspitze überzuneigen, plagiotrop zu werden und es entwickelten sich nun an solchen dorsiventral gebauten Stammpartieen Blattpaare, welche denselben Grad der Anisophyllie zeigten, wie dieser von früher her bekannt ist[1]). Wie ich mich überzeugt habe, erwähnen auch

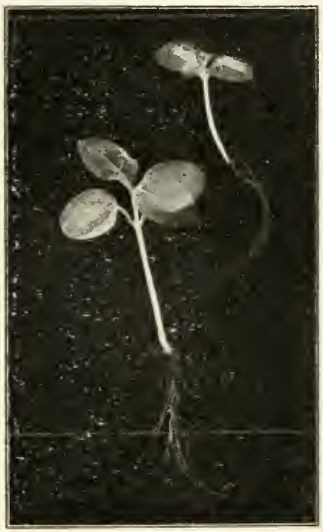


Abb. 1. *Strobilanthes anisophyllus.* T. ANDERS.
Oben ca. 6 Wochen, unten ca. 8 Wochen alte Keimpflanze. Nach einer Photographie von Alkohol-Präparat. Nat. Größe.

die Systematiker das gänzlich verschiedene Aussehen der Keimpflanzen von dem der ausgewachsenen Individuen nicht[2]).

Da sich sämtliche Pflanzen bezüglich der eben erwähnten

stimmen, wenn derselbe (The Flora of British India. London 1885. Bd. IV, S. 462) sagt: „Except in the unequal, rather broader leaves, this (i. e. *St. anisophyllus*) wholly agrees with *S. isophyllus:* and as *S. isophyllus* cannot be found wild, it may prove to be a reversionary (under cultivation) form of *St. anisophyllus.*" Ich bin gerne bereit einige Keimlinge an botanische Institute usw. abzugeben; etwaige Ansuchen diesbezüglich werden nach der Reihenfolge der Einläufe berücksichtigt.

1) FIGDOR, Die Erscheinung der Anisophyllie, l. c. S. 39.

2) Die Kenntnis der ganzen Entwicklung einer Pflanze ist meines Erachtens auch deshalb wichtig, damit nicht verzwergte Individuen, die zeit-

Abb. 2. *Strobilanthes anisophyllus.* T. Anders.
Photographie einer ungefähr 8 Monate alten, lebenden Pflanze, ca. $^2/_3$ der natürl. Größe.

Erscheinungen annähernd ganz gleich verhalten haben, möchte ich, um nicht zu breit zu werden, nur für einige Exemplare die Höhe angeben, bis zu welcher noch isophylle Blattpaare gebildet wurden und wie groß die Anzahl dieser, von den Keimblättern an gerechnet, war.

Höhe der Pflanzen (cm), bis zu welcher dieselben orthotrop wuchsen[1])	94,5	72,5	58,5	80,5	85	75,5
Anzahl der gleichgroßen Blattpaare oberhalb der Kotyledonen	19	14	15	18	21	20

Aus den eben gemachten zahlenmäßigen Angaben ist ohne weiteres zu ersehen, daß bei den einzelnen Individuen die Höhe, bei welcher der orthotrope Wuchs in den plagiotropen umschlägt, ziemlich verschieden und eine immerhin bedeutende ist. Nach meinem Dafürhalten erscheint es übrigens gar nicht ausgeschlossen, daß diese Art unter normalen Verhältnissen konstant orthotrop wächst und an den Hauptachsen stets durchaus gleich große Blätter gebildet werden. Ich könnte mir z. B. sehr gut vorstellen, daß meine Pflanzen infolge des Umstandes, daß die Sproßspitzen schließlich bis knapp unter die Glasflächen des Gewächshauses zu liegen kamen, durch zu starkes Licht und vielleicht auch durch eine zu hohe Temperatur veranlaßt wurden, plagiotropen Wuchs anzunehmen. Weitere Untersuchungen werden wohl diesbezüglich Aufschluß geben[2]).

lebens über die Jugendform nicht hinauskommen und Blüten tragen, als eigene Arten beschrieben werden. — Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß außer den bisher bekannten anisophyllen *Strobilanthes*-Arten noch viele andere die Erscheinung der Ungleichblättrigkeit zeigen. So sind nach HOOKER: Flora of British India, London 1885, Bd. IV, S. 429 ff., bearbeitet von C. B. CLARKE die Blätter folgender Arten oft sehr ungleich: *St. auriculatus* NEES; *S. denticulatus* T. ANDERS.; oft ungleich: bei *St. rufescens* T. ANDERS., *St. rhombifolius* C. B. CLARKE, *St. agrestis* C. B. CLARKE und bei *S. Sabinianus* NEES sind die Hochblätter oft ungleich. Nach eigenen Beobachtungen, die ich an Herbarmaterial der bot. Abt. d. k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien gemacht habe, sind noch folgende Arten anisophyll: *St. capitatus* T. ANDERS., *St. caudatus* T. ANDERS., *St. nutans* T. ANDERS., *St. radicans* T. ANDERS., *St. secundus* T. ANDERS. und in der Blütenregion sind ungleichblättrig: *St. Brunonianus* NEES, *St. deflexus* T. ANDERS., *St. divaricatus* T. ANDERS., *St. klasyanus* T. ANDERS. und *St. pulcherrimus* T. ANDERS.

1) Vom Erdboden an gerechnet.

2) An kräftig kultivierten, in feuchter Atmosphäre gehaltenen Pflanzen sieht man häufig aus den zu unterst gelegenen Nodien (rings um den Stamm herum) und manchmal auch aus den Blattachseln Luftwurzeln ihren Ursprung nehmen, die, wenn sie den Boden erreicht haben, als typische Stützwurzeln funktionieren.

Für ein Individuum sollen ferner die Längsmaße der Blätter (in Zentimetern ausgedrückt) angeführt werden, damit man sich einen Beriff von dem Grade der Gleichblättrigkeit machen kann. Die Breite der ausgewachsenen Blätter betrug etwas mehr als 2 cm.

Längsausmaße zweier gegenständiger Blätter[1]												
6,3	8,7	11,5	14,5	14,0	14,9	15,5	16,6	16,8	12,5	14,2	16,4	10,0[2]
6,6	7,5	10,9	13,7	13,7	15,8	15,6	15,7	14,0	14,2	14,8	15,0	10,0
Längenverhältnis derselben zueinander.												
0,95:1	1,16:1	1,05:1	1,10:1	1,02:1	1:1,06	1:1,006	1,057:1	1,2:1	1:1,13	1:1,04	1,09:1	1:1

Daß die einzelnen gegenständigen Blätter nicht auf den Millimeter genau gleich lang sein können, darf nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, daß es bei zahlreichen Versuchspflanzen ganz unmöglich ist, jedes Individuum von allen Seiten gleichmäßig zu beleuchten. Außerdem könnte man sich auch die Vorstellung machen, daß die Blattlänge durch irgendwelche Momente korrelativ beeinflußt wird[3].

Hand in Hand mit der gleich großen Ausbildung der Laubblätter an der Keimpflanze erfolgt das Auftreten von Seitensprossen allseits gleichmäßig; es wird also keine Seite betreffs der Sproßbildung bevorzugt, während dies an den bisher bekannten Individuen gewöhnlich nicht zu beobachten ist[4]. Erwähnt sei noch, daß hinsichtlich des Winkels, unter welchem die Seitensprosse von der orthotropen Hauptachse ausladen, Verschiedenheiten zu bemerken sind und zwar je nach dem Ursprungsorte der Achsenbildungen. Falls sie, allgemein gesagt, oberhalb des vierten Blattpaares, von den Keimblättern an gerechnet, entstehen, bilden die jungen Sprosse mit dem Horizonte annähernd einen Winkel von 50°[5]. Die Blätter sind an derartigen Sprossen in bekannter Weise durchaus anisophyll[6]. Die Seitensprosse hingegen, welche

1) Die übereinander stehenden Zahlen beziehen sich auf ein Blattpaar.

2) Nicht ausgewachsen.

3) Vgl. die in meiner Anisophyllie-Studie erwähnten Korrelationserscheinungen (S. 160).

4) FIGDOR, l. c. S. 104 ff.

5) Wenn diese ein starkes Längenwachstum aufweisen, geschieht es oftmals, daß das 1. unterste Internodium nachträglich eine nahezu horizontale Lage einnimmt (wohl infolge mechanischer Verhältnisse) und erst die oberhalb des 1. Nodus befindlichen Sproßpartieen die oben erwähnte Richtung einhalten.

6) Werden derartige Seitensprosse (es kommen an diesen öfters auch Seitenachsen 2. Ordnung vor) gesteckt, so bleiben sie in der Folge

in den Achseln der knapp oberhalb der Kotyledonen gelegenen Laubblätter entstehen, wachsen in viel stärkerem Grade, als früher erwähnt, geotropisch aufwärts. Der Winkel beträgt oftmals 70 ° bis 80 ° dem Horizonte gegenüber, und im Zusammenhange damit steht wohl die Tatsache, daß an derartigen Sprossen die Anisophyllie in viel geringerer Weise ausgeprägt erscheint wie an den gewöhnlichen Seitensprossen. Oftmals kann man auch nur eine „unvollständige" Anisophyllie[1]) beobachten oder sogar auch nahezu gänzlich isophylle Sprosse. In den beiden letzten Fällen tritt eine schiefe Kreuzung der Seitensprosse gegenüber der Hauptachse nicht ein und die einzelnen aufeinander folgenden Blattpaare stehen genau rechtwinkelig übereinander.

Man sieht also auch bei dieser Art die schon oftmals gemachte Erscheinung, daß die basale Region der Pflanzen längere Zeit hindurch die Fähigkeit behält Sprosse der Jugendform hervorzubringen[2]).

Aus den mitgeteilten Tatsachen ergibt sich, glaube ich, ganz ungezwungen, daß die an plagiotropen Pflanzen aufgetretenen orthotropen, isophyllen Sprosse, die ich seinerzeit beobachtet habe, nichts anderes als Rückschläge zur Jugendform darstellen. Die gleiche Erscheinung liegt meines Erachtens auch bei *St. glomeratus* vor, wenn plagiotrop wachsende, durchaus anisophylle Sprosse sich auf einmal geotropisch aufwärts richten und die Blätter an solchen Achsen isophyll werden[3]). Der morphologische Aufbau von Keimlingen dieser Art, bisher unbekannt, würde hierüber sicheren Aufschluß geben.

Die Gestaltungsverhältnisse der Keimpflanzen von *St. anisophyllus*, welche, wie wir gesehen, ein anderes physiologisches Reaktionsvermögen und im Zusammenhange damit auch einen ganz anderen Habitus aufweisen wie die bisher bekannten Vertreter der eben erwähnten Art, nötigen uns, in Verbindung mit den schon früher erwähnten Ergebnissen der Rotationsversuche, natürlich die Vorstellung fallen zu lassen, daß die Ungleichblättrigkeit hier erblich

durchaus anisophyll, obwohl von einer Epinastie kaum etwas zu beobachten ist; sie wachsen nahezu vertikal aufwärts. Ob es sich hier um die Erscheinung der „variablen Epinastie" handelt, weiß ich vorderhand nicht. Vgl. WIESNER, Studien über den Einfluß der Schwerkraft auf die Richtung der Pflanzenorgane. Sitzungsber. der Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Mathem.-naturw. Cl. Bd. 111, Abt. I (1902).

1) FIGDOR, l. c. S. 17 ff.

2) GOEBEL, Organographie (bei S. FISCHER in Jena 1898) S. 132 u. 150.

3) FIGDOR, Über den Einfluß äußerer Faktoren, diese Ber. Bd. XXII (1904), S. 292 ff.

festgehalten wird [1]) und daß es sich da nicht „um eine Erscheinung der Vererbung erworbener Eigenschaften“ [2]) handeln kann. Konsequenterweise dürfen wir auch *St. anisophyllus* nicht mehr als ein Beispiel für habituelle Anisophyllie anführen, da ja hierher, wenn wir die von GOEBEL gegebene Definition annehmen wie auch ich dies getan [3]), nur jene Pflanzen gezählt werden sollen, bei denen überhaupt nur plagiotrope Achsen mit durchaus anisophyllen Blattpaaren gebildet werden.

Ob ein solches Vorgehen zweckmäßig ist und es nicht vielleicht ratsamer erscheint, den Begriff der habituellen Anisophyllie etwas anders zu fassen als dies bisher geschehen, werden eingehende Studien über das Auftreten des Anisophyllie-Phänomens bei möglichst vielen Pflanzen und zwar während der ontogenetischen Entwicklung zeigen.

Nachtrag.

BOSHART veröffentlichte nach Niederschrift dieser Mitteilung (im Juli l. J.) die „Beiträge zur Kenntnis der Blattasymmetrie und Exotrophie“ [4]), auf die ich hier zurückkommen muß, da sonst unrichtige Vorstellungen betreffs der Erscheinung der Anisophyllie bei der Gattung *Goldfussia* [5]) erweckt werden könnten. BOSHART erwähnt nämlich diesbezüglich Folgendes [6]):

„1. Alle Blattpaare sind sehr stark anisophyll.“

3. Die Sprosse erscheinen gegen den Muttersproß schief gekreuzt, so daß oben zwei Zeilen kleiner, unten zwei Zeilen großer Blätter zu stehen kommen.

4. Die unteren großen Blätter schließen einen Winkel ein von ungefähr 120°, sie sind auseinandergerückt.“

All dies ist, wie wir gesehen haben, selbst betreffs des typischen *Strobilanthes anisophyllus* nicht allgemein zutreffend. Auch habe ich [7]) schon früher erwähnt, daß an Seitensprossen von *St. Manii* nur unvollständige Anisophyllie (Exotrophie) und bei *St. Deyerianus* sowohl unvollständige als auch vollständige Aniso-

1) WIESNER, l. c. S. 788.
2) WIESNER, l. c. S. 790.
3) FIGDOR, Die Erscheinung der Anisophyllie, l. c. S. 30.
4) Flora od. allgem. bot. Ztg. Bd. 103 (der ganzen Reihe), 1911, S. 91 ff.
5) Ich rede immer nur mehr von *Strobilanthes* Blume, nachdem dieser Name als Synonym des Genus *Goldfussia* erscheint. Vgl. DALLA TORRE und HARMS, Genera Siphonogamarum. Lipsiae, 1900—1907.
6) BOSHART, l. c. S. 104. Punkt 2 ist für uns irrelevant.
7) FIGDOR, l. c. S. 98.

phyllie vorkommen. Ich möchte dem Gesagten noch hinzufügen, daß die beiden letztgenannten Arten sich oftmals durch gänzlich orthotrope, isophylle Hauptachsen auszeichnen. Wie die Wachstumsverhältnisse der übrigen (ca. 50) *Strobilanthes*-Arten sind, ist noch unbekannt. Man weiß nur so viel, daß selbst innerhalb dieser Gattung alle möglichen Übergänge zwischen unvollständiger Anisophyllie (Hauptachsen orthotrop, isophyll, Seitenachsen plagiotrop, unvollständig anisophyll, z. B. *St. Manii*) und habitueller Anisophyllie (im bisherigen Sinne gebraucht) auftreten (z. B. vegetativ vermehrte Individuen von *St. anisophyllus*).

BOSHART[1]) vertritt den Standpunkt, daß „bei Formen wie *Goldfussia* die Anisophyllie durch die Sproßdorsiventralität zu erklären ist". Beweise hierfür sind von BOSHART nicht erbracht worden; ich glaube, man kann nur behaupten, daß die Sproßdorsiventralität u. a. durch die Anisophyllie nach außen hin zum Ausdrucke gelangen kann. Ich pflichte GOEBEL[2]) ganz bei, wenn er sagt: „Wir betrachten in den meisten Fällen die plagiotrope (durch äußere und innere Faktoren) veranlaßte Richtung als das Primäre und die dorsiventrale Ausbildung als das Sekundäre." In unserem Falle trifft dies sicher zu.

Schließlich muß ich noch einen Teil des Punktes 4 der Zusammenfassung BOSHART[3]) anziehen: „Durch gute Ernährung läßt sich die dorsiventrale Natur des Vegetationspunktes in rädiäre umwandeln. Einen Einfluß des Lichtes konnte ich nirgends finden, ebensowenig bei den untersuchten Formen einen solchen der Schwerkraft." Ich habe zufälligerweise auch mit *Strobilanthes glomeratus* Ernährungsversuche angestellt und freut es mich, die Angaben BOSHARTs diesbezüglich bestätigen zu können. Eine Verallgemeinerung zu treffen, ist jedoch nicht erlaubt, nachdem BOSHART selbst an einer anderen Stelle derselben Arbeit[4]) betreffs eines Mooses sagt: „Ganz allgemein scheinen demnach ungünstige Bedingungen eine Hemmung der Dorsiventralität zu bedeuten."

Daß BOSHART sich betreffs des Lichtes und der Schwerkraft in früher erwähntem Sinne äußert, ist mir vollkommen unklar. Nachdem von BOSHART angeführte Tatsachen hiermit im Widerspruche stehen, wäre es im Interesse der Wissenschaft sehr wünschenswert, wenn BOSHART genau die Versuchsanstellung und zahlenmäßige Angaben betreffs seiner Versuchsergebnisse publi-

1) BOSHART, l. c. S. 122.
2) GOEBEL, Organographie, S. 56.
3) BOSHART, l. c. S. 122.
4) BOSHART, l. c. S. 102.

zieren würde. Es wird sich dann auch erklären, wieso es kommt, daß BOSHART[1]) z. B. betreffs *Goldfussia glomerata* erwähnt: „Irgend eine Beziehung zur Lage besteht nicht; es gelang, radiäre Sprosse zu erhalten auch bei sehr starker Neigung", während GOEBEL[2]) betreffs derselben Art sagt, daß „die Anisophyllie bei allen Lagen des Sprosses zu beobachten ist, bei aufrecht wachsenden Sprossen ist sie aber vermindert."

Biologische Versuchsanstalt in Wien.

---

74. T. F. Hanausek: Zur Kenntnis der Verbreitung der Phytomelane.

(Eingegangen am 21. Oktober 1911.)

I.

In diesen Berichten v. J. 1902[3]) habe ich einige Mitteilungen über die Entwicklungsgeschichte des Perikarps von *Helianthus annuus* gebracht und auch der zwischen dem Hypoderm und dem mechanischen Gewebe gelegenen schwarzen, strukturlosen und nur durch Verbrennung zerstörbaren Masse Erwähnung getan; ihres Aussehens wegen und der so überaus merkwürdigen Widerstandsfähigkeit gegen alle lösenden oder zersetzenden chemischen Reagenzien gab ich als erster der Anschauung Ausdruck, daß wir es hier mit einer Art Kohle zu tun haben, die ihre Entstehung einem Humifikationsprozeß verdanke. Auch spätere Beobachter, wie z. B. GERDTS, haben sie als Kohle angesprochen. In einer größeren zusammenfassenden Arbeit[4]) wurde die Verbreitung, das Vorkommen, die Entwicklungsgeschichte, die Bedeutung der melanogenen Schicht als die Matrix dieser Substanz behandelt und im Anschluß daran haben DAFERT und MIKLAUZ[5]) die chemische

1) BOSHART, l. c. S. 112.

2) GOEBEL, Organographie, S. 98.

3) T. F. HANAUSEK, Zur Entwicklungsgeschichte des Perikarps von *Helianthus annuus*. Ber. d. D. B. G. 1902, XX, S. 449 ff.

4) idem, Untersuchungen über die kohleähnliche Masse der Kompositen (Botanischer Teil). Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, 87. Bd., 1911, S. 93—147. Mit 3 Tafeln.

5) DAFERT und MIKLAUZ, Untersuchungen über die kohleähnliche Masse der Kompositen (Chemischer Teil). Ebenda, 87. Bd., 1911, S. 143—152.

Konstitution derselben festzustellen gesucht. Sie erkannten, daß diese Substanzen, die sie als Phytomelane[1]) bezeichnen, komplizierte, stickstofffreie organische Verbindungen darstellen, den Wasserstoff und Sauerstoff sehr annähernd in gleichem Atomverhältnis wie Kohlehydrate besitzen, aber viel kohlenstoffreicher als diese sind. Der Kohlenstoffgehalt beträgt bei *Helianthus annuus* 69,76, bei *Tagetes erectus* 70,70, bei *Tagetes patulus* 71,81, bei *Coreopsis Drummondii* 76,08, bei *Dahlia variabilis* 76,47 pCt. Das einzige chemische Reagens, das die Phytomelane anzugreifen vermag, ist die Jodwasserstoffsäure. „Läßt man auf Phytomelane im Einschlußrohr mehrere Stunden hindurch in Gegenwart von rotem Phosphor Jodwasserstoffsäure von der Dichte 1,75 einwirken, so erhält man je nach der Herkunft der Phytomelane, ohne daß ihre Struktur verändert würde, Produkte von grünlichgelber bis dunkelbrauner Farbe. Je niedriger der Kohlenstoffgehalt der Phytomelane ist, um so leichter werden sie angegriffen. Das Phytomelan von *Dahlia variabilis* (W.) Desf. erleidet beispielsweise fast keine sichtbare Veränderung, während sich das aus *Tagetes patulus L.* und *erectus L.* nach mehrtägiger Behandlung in eine grünlichgelbe Masse verwandelt“ [2]). Die Phytomelane besitzen noch eine andere sehr eigentümliche Eigenschaft. Bekanntlich kann man sie aus den Früchten in der Weise isolieren, daß man letztere in die WIESNERsche Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung [3]) einlegt, wodurch alle organische und organisierte Materie völlig zerstört wird und das Phytomelan in seiner für die Pflanzengattung charakteristischen Form — in Netzen, Platten usw. — anscheinend unverändert zurückbleibt. Wie nun DAFERT und MIKLAUZ gefunden haben, haben die so hergestellten Phytomelane „die Eigenschaft oder enthalten einen Körper, der die Eigenschaft hat, sich beim Erwärmen unter Entflammung zu zersetzen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Tatsache und die bekannte Neigung der sogenannten Graphitsäure, beim Erhitzen zu verpuffen, verwandte Erscheinungen sind“. Die

1) In diesen Berichten schon erwähnt in meinem Aufsatze: Über das Perikarp und das Perikarpsekret der Gattung *Carthamus*. Ber. d. D. B. G. 1911, XXIX, S. 18.

2) Bei *Dahlia* zeigt dies auch die mikroskopische Untersuchung: Die Masse ist vollständig schwarz opac, schollig, ohne jede helle (braune) Anlagerung. Die Art des Vorkommens ist bildlich dargestellt in meinem Aufsatze „Über die Perikarphöcker von *Dahlia variabilis* (W.) Desf., Ber. d. D. B. G. 1910, XXVIII, Taf. I, Fig. 1 und 2.

3) Die von DAFERT und MIKLAUZ verwendete Mischung wurde durch Sättigung von mäßig verdünnter Schwefelsäure (4 Säure : 1 Wasser) mit Chromsäureanhydrid bereitet.

beiden Forscher haben auch Steinkohle und andere organische Stoffe in den Bereich ihrer Untersuchungen gezogen, wobei sich eben die verschiedene chemische Beschaffenheit dieser Körper und der Phytomelane mit Sicherheit ergab; sie fanden, daß die erstgenannten unter Einwirkung der Jodwasserstoffsäure zum Teil in Kohlenwasserstoffe übergingen, die den Charakter und die Eigenschaften des Petroleums zeigen. „Diese Beobachtung lehrt, daß es in Gegenwart stark reduzierender Agenzien weder einer besonders hohen Temperatur noch eines starken Druckes bedarf, um aus pflanzlichen Stoffen Erdöl zu bilden."

Eine bestimmte chemische Formel läßt sich für die Phytomelane einstweilen nicht aufstellen. Wie ich nachgewiesen habe, ist die melanogene Schicht die Mittellamelle und die Entstehung des Phytomelans ist stets an mechanische Zellen, also an Bastfasern oder an echte Steinzellen, gebunden. Mit Rücksicht auf diese Genesis und beim Vergleiche des Atomverhältnisses bei den Phytomelanen mit jenem ihrer vermutlichen Stammsubstanz (Zellulose) ziehen die obengenannten Forscher den Schluß, „daß der Prozeß, dem sie (Phytomelane) ihr Entstehen verdanken dürften, allem Anschein nach jenem ähnelt, den CROSS und BEVAN für die Entstehung des Lignins und TOLLENS für die Bildung der Pentosane annehmen, einer regressiven Stoffmetamorphose durch Wasseraustritt nach dem Schema

$$x\,(C_6\,H_{10}\,O_5) - y\,H_2O.$$

II.

Das Vorkommen der Phytomelane wurde von mir in 98 Gattungen der Kompositen festgestellt. Mit wenigen Ausnahmen tritt es nur im Perikarp auf, stets an mechanische Zellen gebunden und fehlt daher, wenn diese nicht vorkommen. Die der Tribus der Heliantheae angehörigen Gattungen dürften wohl insgesamt phytomelanführend sein. Von anderen Organen, die die Substanz enthalten können, sind die Hüll- und Spreublätter und die Wurzel (bzw. unterirdische Organe) zu nennen. *Sphaeranthus* enthält Phytomelan nur in den Hüllblättern, *Ammobium* in den inneren Hüllblättern und in den Spreublättern, nicht in der Frucht und nicht in den äußeren Hüllblättern, *Echinops* nur in den Hüllblättern der Köpfchen I. Ordnung, nicht in der Frucht, *Perezia* in der Wurzel (und Wurzelstock), nicht in der Frucht. — Bisher war *Perezia* die einzige Kompositengattung, in deren unterirdischen Organen die Substanz gefunden wurde; sie ist auch noch dadurch interessant, daß sich daran überhaupt die Entdeckung der Phytomelane knüpft

HARTWICH beschrieb im Jahre 1885 die Wurzeln von *Perezia* sp. in der Chemikerzeitung und hatte auch die schwarze Masse gesehen, die den Sklereiden des Wurzelgewebes angelagert ist. Er wurde daher von mir als der Entdecker der Phytomelane bezeichnet. Doch hat schon vor ihm TH. GREENISH eine Beschreibung der *Perezia*-Wurzeln im Märzheft 1884 d s „Pharmaceutical Journal" (London) veröffentlicht[1]). Da mir erst vor kurzem diese Arbeit zu Gesicht gekommen ist, so konnte ich in meinen „Untersuchungen usw." sie nicht anführen und will nachträglich das auf die Phytomelane Bezügliche hier mitteilen. GREENISH gibt eine ausführliche durch Zeichnungen unterstützte anatomische Beschreibung der Wurzel, bespricht auch den interessanten Inhaltskörper, die „pipitzahoic acid" (oder Perezon) und findet die Zwischenräume an den Steinzellen mit einer dunkelgefärbten Ablagerung erfüllt, über deren Charakter er sich nicht klar zu werden imstande war. Sie wurde weder von Alkohol, Äther, Benzol, Chloroform, Terpentin, noch von ätzenden Alkalien angegriffen; aber von Salpetersäure soll sie nach GREENISH zersetzt werden. Da dürfte wohl ein Irrtum unterlaufen sein, die Phytomelane werden von Salpetersäure nicht angegriffen. Schließlich sagt GREENISH über die Natur der Masse: „Wenn es mir gestattet ist, aus den negativen Erfolgen dieser Versuche eine Meinung abzuleiten, wäre es die, daß die in Frage gestellte Ablagerung getrockneter „latex" ist. Er hält die Masse also für eingetrockneten Milchsaft. —

Wir können also als die Entdecker der Phytomelane TH. GREENISH und unabhängig von diesem C. HARTWICH ansehen.

Ich sagte, daß die Wurzel von *Perezia* bisher als das einzige unterirdische Organ bekannt war, in dem ein Phytomelan deponiert ist. Es war mir aber seit jeher als selbstverständlich erschienen, daß es noch verschiedene Gattungen bzw. Arten geben werde, die in der Wurzel das Phytomelan enthalten mögen. Ich habe diesen Gedanken schon in meiner Abhandlung in WIESNER-Festschrift[2]) mit folgenden Worten Ausdruck gegeben: „Eigentlich ist dies (das Vorkommen in einem anderen Organ, als in der Frucht allein) nicht so überraschend, da nicht einzusehen ist, warum das Vorkommen gerade auf die Frucht beschränkt sein sollte. Wie ich entwicklungsgeschichtlich dargetan habe, entsteht die Masse durch Umwandlung der Mittellamelle. . . . . Fast immer

1) THOMAS GREENISH, Pipitzahoic Acid or vegetable gold. Pharmac. Journ. 1. März 1884. Mit 5 Figuren.

2) T. F. HANAUSEK, Neue Mitteilungen über die sogenannte Kohleschicht der Kompositen. Aus WIESNER-Festschrift, Wien 1908, S. 139. —

sind es die mechanischen Gewebe (Bastfaserbündel, Sklerenchym), an und in denen die Umwandlung der Mittellamelle vor sich geht. Es liegt also sehr nahe, anzunehmen, daß auch in jenen Organen, die Hauptträger dieser Gewebeformen sind — Stamm und Wurzel —, die schwarze Masse auftreten wird."

Nun ist vor kurzem wieder eine Pflanze gefunden worden, deren Wurzel phytomelanhaltig ist. Es ist *Echinacea angustifolia* DC., die nach HOFFMANN[1]) aber zu *Rudbeckia* gehört und als *Rudbeckia pallida* Nutt. zu bezeichnen ist. Ein weiteres Synonym ist *Brauneria pallida* (Nutt.) Britton. In Wurzelstock und Wurzel dieser Art fanden HENRY KRAEMER und MAUD SOLLENBERGER[2]) die Interzellularräume der Steinzellengruppen mit einer schwarzen, kohleähnlichen Masse erfüllt, mit unserem Phytomelan. — Es wäre nun interessant, zu erfahren, ob auch die Frucht dieser Art phytomelanhaltig ist. Die von mir untersuchten Früchte von *Rudbeckia laciniata* L., R. *(Obeliscaria) pinnata* Vent. (= *Lepachys pinnatifida* Raf.) R. *hirta* L. und *R. fulgida* Ait. sind durchwegs sehr reich an Phytomelan. Ich habe auch die Wurzeln von *R. hirta* auf Phytomelan, aber mit negativem Erfolge geprüft. Ich hoffe, Gelegenheit zu finden, diese Frage noch weiter zu verfolgen. Den genannten Autoren waren die Arbeiten ihrer europäischen Fachgenossen über diese Substanz unbekannt geblieben.

---

1) ENGLER-PRANTL, Pflanzenfamilien IV, 5. S. 233. HOFFMANN teilt *Rudbeckia* in 4 Sektionen: *Eurudbeckia, Dracopis, Echinacea* und *Lepachis*, die auch als selbständige Gattungen angesehen werden.

2) Americ. Journ. Pharm. 83 (1911), 315.

75. Leonid Iwanoff: Über die sogenannte Atmung der zerriebenen Samen.

(Aus dem botanischen Kabinett des K. Forstinstituts in St. Petersburg.)

(Eingegangen am 22. Oktober 1911.)

In meiner letzten Abhandlung „Über die Wirkung der Phosphate auf die Ausscheidung der Kohlensäure durch Pflanzen“ (Biochem. Zeitschr. Bd. 25, 5. 171, 1910) habe ich Versuche beschrieben, in welchen ich an pulverisierten Erbsensamen (Victoria, Bismarck-Sorte) unter Toluolzusatz eine sehr starke CO_2-Ausscheidung beobachten konnte. Dieselbe übertraf die an lebenden Samen beobachtete Gasausscheidung um ein Mehrfaches[1]).

Die Versuche wurden unter Zusatz von Toluol durchgeführt, wodurch sowohl die Mikroorganismen als auch die lebenden Zellen außer Tätigkeit gesetzt wurden. Es ist also klar, daß die CO_2-Ausscheidung hier ausschließlich durch Enzyme hervorgerufen wird, deren Wirkungsweise in diesem Falle mir besonders untersuchenswert schien. Schon die in meinem früheren Aufsatze mitgeteilten Tatsachen sprachen dafür, daß diese postmortale CO_2-Ausscheidung vorwiegend durch ein der Hefe-Zymase ähnliches Enzym erzeugt wird. Ich zeigte nämlich, daß 1. die CO_2-Ausscheidung durch Phosphate und Organophosphate unter denselben Bedingungen wie bei Hefe sehr stark stimuliert wird, und 2. daß im abgeschlossenen Raum das Erbsenmehl eine rasche Drucksteigerung herbeiführt, was auf eine Erhöhung des Quotienten

1) Schon früher hat KOLKWITZ (diese Berichte 1901 S. 285, Blätter f. Gersten-, Hopfen- und Kartoffelbau 1901) eine CO_2-Ausscheidung an zerkleinerten Gerstensamen beobachtet. Letztere stieg jedoch nur bei grobem Zerschroten und fiel beim Pulverisieren unter den an ganzen Samen beobachteten Wert. Es muß auch bemerkt werden, daß die vom Verf. angeführten Zahlen nicht gut vergleichbar (verschiedener Wassergehalt!) und aus Versuchen ohne Antiseptica erhalten sind, so daß man über den Anteil der Mikroorganismen und der lebenden Zellen (besonders beim groben Zerschroten) im unklaren bleibt. Jedenfalls beobachtete ich an pulverisierten Gerstensamen (Sorte „Chevalier“) mit Toluol nur eine geringe CO_2-Ausscheidung, 10—15 mal schwächer als bei Erbsen. Vielleicht spielt aber hier, ebenso wie ich für Erbsen gezeigt habe, die Sorte eine große Rolle.

$\frac{CO_2}{O_2}$ hinweist, wie sie für die alkoholische Gärung charakteristisch ist.

Um endgültig nachzuweisen, daß die CO_2-Ausscheidung des Erbsenmehls durch alkoholische Gärung bedingt ist, mußte ich nur die Bildung von Alkohol in solchen Mengen nachweisen, welche der theoretischen Formel mehr oder weniger entsprechen.

Zum Bestimmen des Alkohols wurde das Mehl nach dem Versuch, in welchem CO_2 im Luftstrom bestimmt wurde, mit Wasser verdünnt, dann zweimal (einmal mit Säure, das zweite Mal mit Kreide) destilliert. Das übergegangene Toluol wurde vom Destillat in einem Teiltrichter abgeschieden und der Alkohol bei 15,5 ° C mit dem Pyknometer bestimmt.

Die erhaltenen Resultate sind in der Tabelle I angeführt.

Tabelle I.

Nr.	Im Kolben	CO_2 in mg ausgeschieden	Alkohol in mg gebildet	Menge des gebildeten Alkohols für $CO_2 = 100$
1	10 g Viktoria-Pulver u 20 ccm Wasser	155,6	105	67,8
2	20 g Viktoria-Pulver u. 40 ccm Wasser	281,6	224	80,0

Dieselben zeigen ganz klar, daß hier trotz vorzüglicher Durchlüftung (Luftstrom über einer dünnen Mehlschicht, welche mit der Flüssigkeit einen dicken Brei bildete) Alkohol in bedeutenden Mengen gebildet wird. Eine vollständige Übereinstimmung mit der Gleichung der alkoholischen Gärung ist natürlich schwer zu erwarten, da eine solche auch bei der Zymasegärung nicht immer zu beobachten ist. Hier muß dank der großen Oberfläche ein Teil des Alkohols sich verflüchtigen, trotzdem der Versuchskolben mit einer Waschflasche mit kaltem Wasser verbunden war.

Die postmortale CO_2-Ausscheidung im Erbsenmehl ist also auch bei vollkommener Durchlüftung das Resultat einer alkoholischen Gärung. Das Abtöten durch andere Mittel, z. B. Einfrieren, scheint zu dem gleichen Resultate zu führen. So beobachtete PALLADIN, daß in Erbsensamen nach dem Gefrieren auch bei Luftzutritt Alkohol gebildet wird [1]).

Wenn wir also die postmortale Atmung der Erbsen in der Tat als alkoholische Gärung betrachten können, so schien es interessant, zu untersuchen, ob sie die für die Zymasegärung charak-

1) S. Zeitschr. für physiol. Chemie, Bd. XLVIII, S. 235.

teristischen Eigentümlichkeiten aufweist. Dank den Arbeiten von HARDEN-JOUNG und BUCHNER wissen wir, daß die Zymase ein kompliziertes, wenigstens aus zwei Teilen bestehendes System vorstellt: aus einem unlöslichen, thermolabilen Teil und einem hitzebeständigen Koënzym. Außerdem kam ich[1]) und auch HARDEN und JOUNG[1]) zu dem Schluß, daß dieses System den Zucker nur in Gegenwart von unorganischen Phosphaten zersetzen kann. Beim Mangel eines von diesen Teilen verläuft die Gärung unvollständig, und der Zusatz des mangelnden Stoffes (Enzym, Koënzym oder Phosphat) muß zu einer Steigerung desselben führen. Die Stimulation der CO_2-Ausscheidung des Erbsenmehls durch Phosphatzusatz habe ich schon früher (l. c.) bewiesen; es blieb also übrig, die Frage nach die Rolle des Koënzyms aufzuklären.

Um das Koënzym zu erhalten, schüttelte ich Zymin oder Hefanol mit Wasser (10 g auf 100 ccm), filtrierte nach 5—10 Minuten ab und erhitzte das Filtrat mit dem ersten Waschwasser auf dem Wasserbad. Die Flüssigkeit wurde von den koagulierten Eiweißstoffen noch einmal abfiltriert und zu weiteren Versuchen benutzt. Indem ich Erbsenmehl mit dieser Koënzymlösung befeuchtete, erhielt ich eine Beschleunigung der CO_2-Ausscheidung, welche sogar die durch das Phosphat erzeugte übertraf.

Tabelle II[2]).

Nr	Im Kolben	CO_2 in mg ausgeschieden nach Stunden	
		31 h	17 h
3	5 g Viktoria-Pulver		
	10 ccm Wasser	37,8	26,8
	„ „ Zymin-Extrakt	80,8	49,3
	„ „ 4 pCt. Glykose	37,1	24,5
		24 h	
4	5 g Bismarck-Pulver		
	10 ccm Wasser	30,4	
	„ „ Zymin-Extrakt	75,7	
	„ „ Na_2HPO_4 1 pCt.	47,1	
		17 h	
5	5 g Bismarck-Pulver		
	10 ccm Wasser	19,0	
	„ „ Hefanol-Extrakt	35,8	
	„ „ Zymin-Extrakt	49,8	
	„ „ Na_2HPO_4 1 pCt.	27,0	

1) L. IWANOFF, Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., 24. Bd., S. 12, HARDEN and JOUNG, Proceed. of the R. Soc. B. Vol. 80, S. 311.

2) In diesen wie in folgenden Versuchen wurde Toluol im Überschuß zugefügt.

Tabelle III.

Nr.	Im Kolben	CO_2 in mg ausgeschieden nach Tagen:										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
6	5 g Viktoria-Pulver u 12 ccm Zymin-Extrakt	59,7	53,4	48,5	32,3	22,6	24,5	14,3	10,4	6,4	2,0	274,1
7	5 g Viktoria-Pulver u. 11 ccm Na_2HPO_4 1 pCt.	36,0	39,6	30,1	27,9	13,8	7,8	4,2	1,8	—	—	161,2
8	5 g Viktoria-Pulver u. 10 ccm Wasser . . .	19,6	16,6	9,0	8,2	6,0	2,2	—	—	—	—	61,6

Aus den angeführten Tabellen II und III ist zu ersehen, daß das gekochte Zyminextrakt die CO_2-Ausscheidung im Vergleich zum Wasser um das 2—4fache, und im Vergleich zum 1proz Phosphat um das $1^1/_2$ stimuliert. Tabelle III zeigt uns außerdem, daß die Beschleunigung keine temporäre ist, sondern so lange anhält, wie die CO_2-Ausscheidung dauert, das Enzym selbst stabiler wird und 3—4 Tage länger als ohne Extrakt wirkt. Aus der Tabelle II folgt, daß Hefanol denselben Einfluß, aber in schwächerem Grade ausübt. Der Zusatz von Glukose zum Zymin-Extrakt hat keine Wirkung, da dieselbe wahrscheinlich in optimaler Menge enthalten ist. Daß nicht nur die CO_2-Ausscheidung, sondern auch die Alkoholbildung stimuliert wird, zeigt die Tabelle IV.

Tabelle IV.

Nr.	Im Kolben	CO_2 in mg ausgeschieden	Alkohol in mg gebildet	Menge des gebildeten Alkohols für $CO_2 = 100$
9	5 g Bismarck-Pulver u. 10 ccm Zymin-Extrakt	142,1	130	91,5
10	7 g Bismarck-Pulver u. 15 ccm Zymin-Extrakt	134,0	110	82
11	Dasselbe	154,7	140	96,8

Aus ihr sieht man, daß die Alkoholproduktion ebenfalls stimuliert wird, da daß Verhältnis des Alkohols zur CO_2 hier sogar besser, als in den nicht stimulierten Kontrollportionen dem theoretischen Wert entspricht. Alle diese Tatsachen gestatten uns den Schluß zu ziehen, daß auch in den Erbsen die alkoholische Gärung durch ein Enzymsystem hervorgerufen wird, in welchem ein Koënzym enthalten ist. Die Menge des letzteren ist gewöhnlich zu gering im Verhältnis zur Enzymmenge, sonst würde ihr Zusatz nicht eine solche Wirkung haben. Die Stimulation durch Phosphat und Koënzym kann also ihrerseits zur Unterscheidung der alkoholischen Gärung dienen, wobei aber nach dem Obengesagten das Ausbleiben

dieser Erscheinung nicht für das Fehlen einer alkoholischen Gärung sprechen würde.

Die Annahme eines zymaseähnlichen Enzymsystems in der Erbse erklärt uns außerdem, weshalb es so schwierig ist, dieses Enzym bei vielen höheren Pflanzen nachzuweisen. Nach dem Abtöten wasserreicher Pflanzenteile müßte nämlich das Koënzym in die Außenflüssigkeit austreten und seine Konzentration um ein beträchtliches fallen, was die Arbeit der Zymase beeinträchtigt[1]).

Dieser Verdünnungsprozeß wird natürlich stark beschleunigt, wenn der Austritt des Koënzyms aus der Zelle durch mechanisches Zerreiben erleichtert wird. Wasserzusatz zu pulverisierten Pflanzenteilen muß deshalb die Zymasetätigkeit besonders schädlich beeinflussen.

Dadurch erklärt sich meines Erachtens auch die von BUCHNER[2]) und PALLADIN[2]) bemerkte schädliche Einfluß des Zerreibens und Wasserzusatzes auf die CO_2-Ausscheidung einiger Objekte. Das sicherste Mittel zur Beseitigung dieser Nachteile der Methodik ist der Zusatz von Phosphat und aus Hefe gewonnenem Koënzym.

Weiter führt uns die Annahme der Identität des Gärungsmechanismus bei Hefe und Erbsen zu der Vermutung, daß auch bei der Erbse die Gärung mit einer Synthese von Organophosphorsäureverbindungen verbunden ist. Diese Verbindung kann aber nur dann aufgefunden werden, wenn ihre Bildungsgeschwindigkeit größer als ihre Zersetzungsgeschwindigkeit ist. Beim umgekehrten Verhältnis läßt sich diese Verbindung nicht konstatieren (wie z. B. in lebender Hefe). Meine Bemühungen, eine solche Synthese bei der Gärung des Erbsenmehls zu konstatieren, haben jedenfalls bis jetzt fehlgeschlagen. In dieser Beziehung scheint EULER[3]) glücklicher gewesen zu sein, da es ihm gelungen ist, in Hafersamenextrakt eine deutliche Abnahme der anorganischen Phosphorsäure festzustellen.

Wenn nun der größte Teil (wenn auch nicht die Gesamtmenge) der vom Mehl ausgeschiedenen CO_2 anaëroben Ursprungs ist und ohne Sauerstoffaufnahme gebildet wird, so entsteht die Frage, ob im Erbsenmehl überhaupt eine Sauerstoffaufnahme stattfindet, und wenn das der Fall ist, in welcher Beziehung dieselbe zur alkoholischen Gärung steht. Zur Lösung dieser Frage wäre

1) In meiner nächsten Arbeit hoffe ich zu zeigen, daß beim Verdünnen des Koënzyms die Zymin-Gärung nicht in geradem Verhältnis, sondern viel stärker abgeschwächt wird.

2) S. Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. XLIV, S 215, Bd. XLVII, S. 451.

3) S. Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 74, S. 26.

es nötig, den Sauerstoff in einer mit Toluol gesättigten Atmosphäre zu bestimmen. Eine solche Bestimmung ist durch genaue gasanalytische Methoden nicht ausführbar. Deshalb benutzte ich für meine Versuche den etwas modifizierten Apparat von GODLEWSKI.

Die damit erhaltenen Zahlen erlauben uns, eine allgemeine Vorstellung von der Sauerstoffabsorption zu bilden.

Tabelle V.

Nr.	Im Kolben	CO_2 in ccm absorbiert nach Stunden:				
		3 h.	5 h.	14 h.	4 h.	Summe
12	5 g Viktoria-Pulver u. 10 ccm Wasser	1,9	1,1	3,4	0	6,4
		13 h.	6 h.	5 h.	15 h.	
13	Dasselbe	2,4	0,9	0,7	0	4,0
		33 h.				
14	5 g Viktoria-Pulver u. 10 ccm Wasser	8,3				
	5 g Viktoria-Pulver u. 10 ccm Na_2HPO_4 1 pCt.	7,8				
		32 h				
15	5 g Viktoria-Pulver u. 15 ccm Wasser	9,5				
	5 g Viktoria-Pulver u. 15 ccm Na_2HPO_4 1 pCt	8,3				

Aus den angeführten Zahlen lassen sich 2 Schlußfolgerungen ziehen: 1. daß die Sauerstoffabsorption während der ersten 24 Stunden auf einen sehr geringen Wert sinkt; 2. daß die Stimulation der CO_2 durch das Phosphat gar nicht von einer entsprechenden Steigerung der Sauerstoffabsorption begleitet wird.

Wenn wir also den herrschenden Ansichten gemäß annehmen, daß der Sauerstoff während des Lebens zur Oxydation der Intermediär- oder Endprodukte der alkoholischen Gärung absorbiert wird, so muß man zugeben, daß nach dem Abtöten der Oxydationsapparat in Unordnung gerät und die Gärungsprodukte nicht mehr oxydiert werden können[1]). Diese Außerstandsetzung des Oxydationsapparats findet lange vor Abschluß der CO_2-Ausscheidung statt. Deshalb wäre es kaum möglich, den postmortalen Gaswechsel im Erbsenmehl als „Atmung" zu bezeichnen.

Das Obengesagte gilt unter anderem auch für die zu „Atmungsversuchen" oft benutzten Weizenkeime. Die Verletzungen, welche diese Objekte beim Ausklopfen und Trocknen erleiden,

1) Daß lebende Erbsen den Alkohol sehr energisch oxydieren, ist aus KOSTYTSCHEWs Versuchen zu sehen. S. Biochemische Zeitsch. Bd. 15, S. 176.

scheinen stark genug zu sein, um das normale Verhältnis zwischen den verschiedenen Teilen des Atmungsprozesses aufzuheben. An diesem Objekt läßt sich ganz ebenso wie an Erbsenmehl mit und ohne Toluol eine Stimulation der CO_2-Ausscheidung durch Phosphate und das Koënzym ohne die geringste Steigerung der Sauerstoffabsorption beobachten. In folgender Tabelle sind die Zahlen angegeben, welche aus Versuchen ohne Toluol mit sogenannten „lebenden" Weizenkeimen erhalten wurden.

Tabelle VI.

Nr.	Im Kolben	Ausgeschieden CO_2 ccm 0°/760 mm	Absorbiert O. ccm 0°/760 mm
16	Je 5 g Keime u. 10 ccm Wasser	27,7	14,0
	Je 5 g Keime u. 10 ccm gekochtes Zymin-Filtrat	50,0	12,3
17	Je 5 g Keime u. 10 ccm Wasser	21,8	14,0
	Je 5 g Keime u. 10 ccm gekochtes Zymin-Filtrat	65,0	14,0

Ganz dasselbe Resultat erhält man auch mit Toluol, wie ich schon früher (l. c. S. 176) gezeigt habe. Die Steigerung des CO_2 durch Phosphat wirkt auch hier nicht auf die Absorption des O.

Die Alkoholbestimmung in durch Natriumbisulfit und Barythydrat gereinigten Destillaten zeigte:

für Weizenkeime in Wasser 79 mg. Alkohol auf 176 mg CO_2
„ „ in Zymin-Extrakt 224 „ „ auf 334 „ CO_2

In den sogenannten lebenden Weizenkeimen scheint also, ebenso wie in Erbsenmehl, der Oxydationsapparat die Gärungsprodukte nicht mehr anzugreifen, und die ausgeschiedene bei Stimulation CO_2 ist ausschließlich anaëroben Ursprungs[1]). Der Vergleich der

1) Vor kurzem konstatierte KOSTYTSCHEW (Bioch. Zeitschr. Bd. 15, S. 187, Bd. 23, S. 137) eine Steigerung der CO_2-Ausscheidung der Weizenkeime in durch Zymin vergorenen Zuckerlösungen. Die Wirkung der Phosphate, und des Hefe-Koënzyms außer acht lassend, betrachtete er die stimulierende Wirkung einer derartigen Lösung als Resultat einer Oxydation (bis CO_2) der Gärungszwischenprodukte durch die Weizenkeime. Auf dieser Annahme fussend, stellte er eine Reihe von Versuchen an und entwickelte einige allgemeine Gedanken über den Chemismus der Atmung (Zeitschr. f. physiol. Chem. 67, S. 116). In meinen früheren Arbeiten (Bioch. Zeitschr. Bd. 25, S. 179, Bd. 29, S. 347) äußerte ich einige Bemerkungen, welche die Annahmen KOSTYTSCHEWs als unbegründet und unwahrscheinlich erscheinen lassen. Die Richtigkeit meiner Meinung hat ZALESKI (Bioch Zeitschr. Bd. 35, S. 239) bestätigt, welcher jetzt ebenfalls zu dem Schluß gekommen ist, daß nur die anaërobe Kohlensäure stimuliert wird. Daß KOSTYTSCHEW

in Luft und in Wasserstoff ausgeschiedenen CO_2 führt zu demselben Schluß. Beide Mengen weichen wenig voneinander ab[1]). Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch in anderen Fällen die CO_2-Ausscheidung von abgetöteten (durch Gefrieren, Toluol) Pflanzen hauptsächlich durch anaërobe Prozesse und nicht durch Oxydation bedingt ist.

---

76. G. E. Ritter: Ammoniak und Nitrate als Stickstoffquelle für Schimmelpilze.

(Eingegangen am 23. Oktober 1911.)

In meiner ersten Notiz über dieses Thema[2]) berichtete ich über Versuche mit *Aspergillus glaucus*, *Cladosporium herbarum* und *Mucor racemosus*, aus welcher hervorging, daß diese von einigen Autoren als „Nitratpilze" bezeichneten Organismen mit Ammonstickstoff ebenso gut, z. T. sogar besser als mit Nitratstickstoff ernährt werden, wenn nur das Ammoniak in geeigneter Form dargeboten wird. Zum Schluß wies ich allerdings noch auf einen der Klärung bedürftigen Umstand hin, den man als Einwand gegen meine Versuche anführen könnte, nämlich die Entstehung einer schwach alkalischen Reaktion in den mit KNO_3 versehenen Kulturflüssigkeiten.

Im folgenden soll gezeigt werden, inwiefern dieser Einwand berechtigt ist. Außerdem möchte ich über weitere Versuche berichten, welche sich einerseits auf den Einfluß der Kohlenstoff-

nicht mit einer Stimulierung der Oxydationstätigkeit zu tun hatte, ergibt sich besonders klar aus folgendem Versuch mit sogenannten „Gärungsprodukten":

10 g Zymin + 100 ccm 1 pCt. Na_2HPO_4 + 5 g Saccharose wurden 24 Stunden lang der Gärung überlassen und dann aus dem Gemisch ein gekochtes Extrakt gewonnen. In 2 Apparate von GODLEWSKI von 620 ccm wurden je 5 g Keime gebracht, zu dem einem 10 ccm Wasser, zu dem anderen 10 ccm gekochtes Extrakt zugesetzt und beide bei 17° C und 773,3 mm B. abgeschlossen. Nach 9 Stunden ergab die Ablesung in beiden Apparaten:

Wasser	Extrakt	t	B.
— 14 mm	— 14 mm	16,5	775,0.

Wir sehen also, daß die „Zwischenprodukte" gar keine Steigerung der Sauerstoffabsorption hervorgerufen haben, obgleich sie die CO_2-Ausscheidung natürlich stark stimulierten.

1) Siehe auch N. IWANOFF in Bioch. Zeitschr. Bd. 32, S. 79.

2) Diese Berichte, 27, 582, 1909.

quelle, andererseits auf den eigentlichen Modus der Nitratassimilation der Schimmelpilze beziehen.

Was den ersten Punkt betrifft, so untersuchte ich zunächst die Frage, wie hoch die Alkalität der Kulturflüssigkeit durch die Lebenstätigkeit der Pilze selbst gesteigert werden kann. Zu diesem Zweck benutzte ich eine Nährlösung mit den Natriumsalzen der Bernstein- und Apfelsäure als C-Quelle und 1 pCt. KNO_3 oder 1,15 pCt. $(NH_4)H_2PO_4$ als N-Quelle. Die Konzentration der Kohlenstoffquelle betrug 3 Grammol., also 4,68 und 4,2 pCt. Die Versuchsbedingungen waren dieselben, wie früher. (50 ccm Nährlösung in 200 ccm SCHOTTschen ERLENMEYER-Kolben, Kulturdauer 15 Tage bei 23—25 ° C.) Die Kulturflüssigkeit wurde abfiltriert und je 10 ccm zur Titration genommen. Für die Ammonkulturen wurde Lackmus, für die Nitratkulturen Phenolphthalein als Indikator benutzt[1]). Die Menge der zur Neutralisation nötigen $^1/_{10}$ norm. Säure oder Alkali ist in der folgenden Tabelle in Klammern neben den Trockengewichtswerten angeführt (a. bedeutet, daß die Kulturflüssigkeit alkalisch, s. daß sie sauer reagierte).

Tabelle I.

	Apfelsaures Na.		Bernsteinsaures Na.	
	$(NH_4)H_2PO_4$	KNO_3	$(NH_4)H_2PO_4$	KNO_3
Cladosporium herbarum	0,391 (a. 9,8) 0,410 (a. 10,5)	0,352 (a. 30,1) 0,390 (a. 32,6)	0,327 (a. 6,5) 0,352 (a. 8,5)	0,442 (a. 33,7) 0,452 (a. 34,2)
Mucor racemosus . . .	0,212 (s. 7,8) 0,235 (s. 8,0)	0,154 (s. 3,2) 0,168 (s. 2,8)	0,288 (a. 4,8) 0,294 (a. 4,2)	0,174 (a. 0,1) 0,184 (a. 0,2)

Aus obenstehender Tabelle ersieht man, daß in den Kulturen von *Mucor racemosus* die Reaktion meistens sauer blieb und nur in einem Falle eine stärkere Alkalität erreichte. Gerade in diesem Falle erreichte aber auch das Trockengewicht einen relativ hohen Wert. Dagegen sehen wir, daß die Kulturflüssigkeit von *Cladosporium herbarum* sehr stark alkalisch werden kann[2]), was den Pilz aber nicht verhindert, ein ansehnliches Trockengewicht zu produzieren. Jedenfalls darf man also die ganz schwache Alkalität in meiner früheren Versuchsserie nicht für das Zurückbleiben

1) Im letzteren Falle wurde zu den alkalisch reagierenden Proben $^1/_{10}$ Schwefelsäure im Überschuß zugesetzt, gekocht und zurücktitriert.

2) Die alkalische Reaktion rührt allerdings nicht von freiem Alkali, sondern von Karbonaten her, was durch Titration einer mit $BaCl_2$ gefällten Kontrollprobe festgestellt werden konnte.

der Nitratkulturen gegenüber den Ammonkulturen verantwortlich machen.

Dennoch versuchte ich mich von dem störenden Einfluß der alkalischen Reaktion in den KNO_3-Kulturen zu befreien. Das gelang durch Anwendung von $Ca(NO_3)_2$ statt KNO_3. In diesem Falle erweist sich die Kulturflüssigkeit nach Abschluß des Versuchs entweder als neutral oder ganz schwach sauer. Es wurde deshalb eine neue Versuchsreihe mit denselben beiden Pilzen gemacht. Eine Hälfte der Kulturen erhielt 1,18 pCt. $Ca(NO_3)_2 + 4\ H_2O$, die andere 0,66 pCt. $(NH_4)_2HPO_4$. Die Ammonphosphatlösung wurde aber vor dem Verteilen in die Kulturkolben mit Phosphorsäure bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion auf Lackmus angesäuert. Eine Reihe von Kontrollversuchen hat mir nämlich gezeigt, daß damit die günstigsten Bedingungen für ein rasches und üppiges Wachstum geschaffen werden. Die allgemeinen Versuchsbedingungen waren dieselben wie früher. Der N-Gehalt war wieder 140 mg in 100 ccm.

In folgender Tabelle sind die Trockengewichte in Gramm angegeben, welche die beiden Pilze auf verschiedenen Kohlenstoffquellen mit Ammon- und Nitratstickstoff liefern.

Die Zahlen für Zucker-Ammonkulturen sind aus meinen früheren Versuchen zum Vergleich aufgenommen. Zum Ende des Versuchs wiesen sämtliche Ammonkulturen eine saure Reaktion auf; der Säuregrad war aber in den Mannit- und Glycerinkulturen noch geringer als in den Zuckerkulturen (nicht über 0,03 norm. mit Methylorange).

Tabelle II.

		Zucker	Mannit	Glycerin
Mucor racemosus	Ammonphosphat	0,258 0,252	0,447 0,411	0,415 0,405
	Calciumnitrat	0,237 0,221	0,426 0,410	0,256 0,224
Cladosporium herbarum	Ammonphosphat	1,068 0,995	1,213 1,210	0,827 0,789
	Calciumnitrat	1,007 0,910	0,711 0,702	0,370 0,366

Aus der Tabelle II ist zu ersehen, daß *Mucor racemosus* und *Cladosporium herbarum* auch auf $Ca(NO_3)_2$ in Verbindung mit Zucker, Mannit und Glycerin meistenteils geringere

Ernten als auf Ammonphosphat liefern. Im besten Falle ist das Resultat ungefähr das gleiche (wie in den Zuckerkulturen und für *Mucor racemosus* auch in den Mannitkulturen).

Auffallend hoch sind die Ernten auf Mannit ausgefallen. Diese Tatsache steht nicht etwa vereinzelt da; spezielle Untersuchungen, über welche demnächst berichtet werden soll, haben mir gezeigt, daß eine ganze Anzahl der gewöhnlichen Schimmelpilze auf Mannit bei geeigneter Stickstoffquelle viel höhere Ernten als auf Zucker liefert. Die herrschende Ansicht, daß Zucker die beste C-Quelle für Schimmelpilze sei, bedurfte also zum mindesten einer starken Einschränkung.

Wenden wir uns nun zur Frage nach dem Modus der Nitratassimilation der Schimmelpilze. Die nächstliegende Annahme ist, daß die Nitrate zuerst zu Nitriten und dann zu Ammoniak reduziert werden. Um diese Annahme zu stützen, müßte man zunächst nachweisen, daß alle nitratassimilierenden Pilze Nitrit als Zwischenprodukt beim Stoffwechsel bilden. Ein solcher Nachweis ist bis jetzt nur für einzelne Pilze geliefert worden. LAURENT[1]) sagt in seiner früher zitierten Arbeit: . . . . „plusieurs reduisent les nitrates en nitrites. Tels sont le *Cladosphorium herbarum* et ses états polymorphes, le *Penicillium glaucum*, l'*Alternaria tenuis* et le *Mucor racemosus*. Je n'ai observé aucun phenomène de reduction avec l'*Aspergillus niger et glaucus* ainsi qu'avec *Botrytis cinerea*."

Sollte ein derartiger Unterschied wirklich bestehen, so müßte man annehmen, daß die Nitratassimilation bei verschiedenen Pilzen auf verschiedene Weise verläuft. Wenn man aber bedenkt, daß sowohl für nitratassimilierende Bakterien, als auch für höhere Pflanzen[2]) die Fähigkeit zur Nitratreduktion allgemein festgestellt ist, so wäre eine Abweichung von dieser Regel a priori unwahrscheinlich.

In der Tat konnte ich nachweisen, daß unter geeigneten Bedingungen alle nitratassimilierenden Pilze die Nitrate zu Nitriten reduzieren können.

Um diesen Nachweis zu führen, muß man berücksichtigen, daß Nitrite in sauren Lösungen sehr unbeständig sind. Man kann also eine genügende Ansammlung von Nitriten nur in neutralen oder alkalischen Kulturflüssigkeiten erwarten

1) LAURENT, Annales Inst. PASTEUR, **3**, 371, 1889.

2) LAURENT, Annales Inst. PASTEUR **4**, 1890. O. SCHREINER und M. SULLIVAN, Botan. Gaz. **51**, 121, 1911. MAZÉ, Annales Inst. PASTEUR **25**, 377, 1911.

Die Nichtberücksichtigung dieses Umstandes hat augenscheinlich LAURENT zur irrigen Annahme verleitet, daß die *Aspergillus*-Arten und *Botrytis cinerea* die Nitrate nicht reduzieren.

Um die obenerwähnten Bedingungen herzustellen, kann man auf verschiedene Weise verfahren: 1. wird die Nährlösung von Anfang an mit $CaCO_3$ neutralisiert; 2. wird durch passende Auswahl der C- und N-Quellen der Pilz selbst dazu gezwungen, die Kulturflüssigkeit alkalisch zu machen; 3. wird die Kulturflüssigkeit unter einer gut entwickelten Pilzdecke durch eine andere, schwach alkalische ersetzt[1]).

Alle drei Methoden führen zum Ziel; für die meisten Pilze hat sich die erste und zweite, für *Aspergillus niger* die dritte gut bewährt.

$CaCO_3$ wurde zu einer Nährlösung aus 5 pCt. Traubenzucker und 1,18 pCt. $Ca(NO_3)_4 + 4H_2O$ zugesetzt. *Botrytis cinerea* und *Cladosporium herbarum* bildeten in dieser Nährlösung schon nach 3 Tagen Nitrit bei schwach alkalischer Reaktion, *Penicillium glaucum* nach 5 Tagen, *Aspergillus niger* nach 10 Tagen, was dem Verschwinden der sauren Reaktion entspricht. In diesem und allen folgenden Versuchen wurde zum Nachweis der Nitrite immer sowohl das TROMMSDORFsche Reagens als auch Metaphenylendiamin angewandt.

Eine Nährlösung, welche durch die Pilze selbst alkalisch gemacht wird, konnte auf verschiedene Weise hergestellt werden. Entweder wurde 1 pCt. KNO_3 und nur $^1/_2$ pCt. Zucker genommen. Der Zucker wird bald verbraucht, die daraus entstandenen organischen Säuren werden ebenfalls aufgezehrt und nach einiger Zeit (5—10 Tage) stellt sich in den Pilzkulturen eine neutrale oder alkalische Reaktion ein. Zu gleicher Zeit tritt auch eine deutliche Nitritreaktion auf. Auf diese Weise konnte die Nitratreduktion bei *Botrytis cinerea*, *Macrosporium commune* (nach 5 Tagen), *Penicillium glaucum*, *Cladosporium herbarum* (nach 7 Tagen), *Aspergillus niger*, *Mucor racemosus* und *Mucor spinosus* (nach 10 Tagen) nachgewiesen werden.

Etwas langsamer stellt sich alkalische Reaktion und Ansammlung von Nitrit in einer Kulturflüssigkeit aus 1 pCt. KNO_3 und einer organischen Säure (als Natriumsalz) ein. Von letzteren haben sich z. B. apfelsaures und chinasaures Natrium bewährt.

1) Selbstverständlich muß in allen diesen Versuchen auf absolute Reinheit der Pilzkulturen die größte Aufmerksamkeit verwandt werden, da in alkalischen Lösungen etwa vorhandene Bakterienkeime sich rasch entwickeln und eine Nitratreduktion vortäuschen können.

Auf $2^1/_2$ pCt. Natriummalat + 1 pCt. KNO_3 wurden Nitrite gebildet durch *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus niger* und *Botrytis cinerea* nach 8—16 Tagen, durch *Macrosporium commune* und *Mucor racemosus* nach 20 Tagen. Chinasaures Natrium ($4^1/_2$ pCt. des einbasischen Salzes + $^1/_2$ pCt. freie Chinasäure) eignet sich als C-Quelle für *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum*, *Botrytis cinerea*, *Macrosporium commune* und *Cladosporium herbarum*. Nach 5—10 Tagen lässt sich in allen Kulturen Nitrit bei neutraler oder schwach alkalischer Reaktion in der Nährlösung nachweisen. Was die Mucoraceen betrifft, so sind sie nach meinen Beobachtungen ganz unfähig, ihren Kohlenstoffbedarf aus der Chinasäure zu beziehen. Über diese Eigentümlichkeit der Mucoraceen sind spezielle Untersuchungen im Gange.

Die dritte Methode, mit deren Hilfe ich die Nitratreduktion der Schimmelpilze nachweisen konnte, bestand in folgendem: Die Pilze wurden auf gewöhnlicher Nährlösung (z. B. 5 pCt. Rohrzucker, 1 pCt. Ammontartrat und Mineralsalze) in Rundkolben von 300 bis 500 ccm gezüchtet, deren Boden mit einem |—förmigen Ansatzrohr versehen war. Das nach unten gerichtete Ende des Ansatzrohrs wurde durch einen kurzen mit Quetschhahn versehenen Gummischlauch mit einem Abflußröhrchen, und das horizontale Ende des Ansatzrohrs durch einen längeren Gummischlauch mit einem Kolben verbunden[1]), welcher eine Lösung von 1 pCt. KNO_3, $0{,}2Na_2CO_3$ und in einigen Versuchen noch 1 pCt. Kaliumnatriumtartrat enthielt. Beide Kolben wurden an einem Stativ befestigt und zusammen im Autoklaven bei 120° C sterilisiert. Dann wurden die Kulturkolben beimpft und die Pilze im Thermostaten zu guter Deckenbildung gebracht. Am besten eigneten sich dazu *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum*, *Cladosporium herbarum* und *Aspergillus glaucus*. (Für letzteren wurden stärkere, 20 proz. Zuckerlösungen benutzt.) Dann wurde die saure Kulturflüssigkeit durch das Abflußröhrchen abgegossen, und (durch Öffnen eines den Verbindungsschlauch schließenden Quetschhahns) die alkalische Nitratlösung aus dem anderen Kolben zugeleitet. Es empfiehlt sich, die Pilzdecke mit der alkalischen Lösung abzuwaschen, dieselbe abfließen zu lassen und dann noch einmal nachzufüllen.

Auf diese Weise erhält man größere, auf alkalischer Nitrat-

1) Es lassen sich auch 3—4 Kulturkolben mit dem letzteren verbinden und zusammen sterilisieren, so daß mehrere Pilze zu gleicher Zeit auf ihr Reduktionsvermögen geprüft werden können. Die Form der Kulturkolben ist der Arbeit von BUTKEWITSCH (Biochemische Zeitschrift, **16**, 411, 1909) entnommen.

lösung schwimmende Pilzdecken. Die meisten Pilze bilden unter diesen Bedingungen schon nach 2—3 Tagen relativ bedeutende Nitritmengen. Es muß übrigens betont werden, daß diese Mengen niemals die von nitratreduzierenden Bakterien gebildeten erreichen. Man erhält mit Metaphenylendiamin höchstens eine orangegelbe Färbung. Wenn die Nitratreduktion besonders stark auftritt, so kann man sicher sein, daß eine Bakterieninfektion stattgefunden hat.

Jedenfalls kann man aus den angeführten Versuchen schließen, daß die nitratassimilierenden Pilze ganz allgemein zur Reduktion der Nitrate zu Nitriten befähigt sind.

Das berechtigt uns zu der Annahme, daß dieser Reduktionsprozeß das erste Stadium der Nitratassimilation sei. Eine weitere Stütze enthält diese Annahme durch die Tatsache, daß die nitratassimilierenden Pilze auch die Nitrite als N-Quelle benutzen können. *Cladosporium herbarum*, *Mucor racemosus* und *Mucor spinosus* wachsen z. B. gut auf einer Nährlösung von 5 pCt. Traubenzucker, 0,7 pCt. $NaNO_2$ und Mineralsalzen. Nach 20 Tagen betrug das Trockengewicht auf 50 ccm Nährlösung für

Cladosporium herbarum . . .	0,657 g
Mucor racemosus	0,132 „
Mucor spinosus	0,229 „

Daß die Fähigkeit zur Nitrat- und Nitritassimilation gleichzeitig vorkommt, hat auch Hagem[1]) für einige Mucoraceen festgestellt. *Aspergillus niger* und andere die Nährlösung stark ansäuernde Pilze können nur dann auf Nitrit gedeihen, wenn für dauernde Neutralisation der Nährlösung gesorgt wird. *Aspergillus niger* hat schon Raciborski[2]) auf 5 pCt. Rohrzucker + 1 pCt. $NaNO_2$ mit Zusatz von Magnesia alba kultiviert. Die Entwicklung war übrigens schwach: auf 200 ccm Kulturflüssigkeit bildete der Pilz nur 0,025 g Trockensubstanz. Ähnliche Resultate erhält man auch mit anderen nitratassimilierenden Pilzen.

Die Nitrite sind also als bei der Nitratassimilation auftretende Zwischenprodukte aufzufassen. Wie gestaltet sich nun der weitere Verlauf dieses Prozesses? Darüber läßt sich noch nichts Positives sagen. Oft wurde von verschiedenen Seiten behauptet, daß die Nitrate zu Ammoniak reduziert werden. Diese Annahme ist sehr wahrscheinlich, aber bis jetzt noch nicht experimentell

1) Hagem, Ref. Centralblatt für Bakteriologie 2. Abt. 29, 209, 1911 (Mir nur als Referat zugänglich).

2) Raciborski, Anzeiger der Akad. d. Wissensch. Krakau, 1906, 733.

bewiesen. Das in Pilzkulturen oft entstehende Ammoniak kann immer als Produkt der Proteolyse angesehen werden; es genügt also nicht im entferntesten, Ammoniak in Pilzkulturen nachzuweisen, um es gleich als ein aus Nitraten entstandenes Reduktionsprodukt zu erklären, wie es leider viele Autoren seit Schlösing und Müntz[1]) bis auf unsere Tage[2]) getan haben.

Nowo-Alexandria, Institut für Land- und Forstwirtschaft.

77. Ernst Lehmann: Temperatur und Temperaturwechsel in ihrer Wirkung auf die Keimung lichtempfindlicher Samen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 23. Oktober 1911.)

Der Streit um die Frage, ob das Licht die Keimung mancher Samen günstig oder ungünstig zu beeinflussen imstande ist, ist durch ältere und neuere Arbeiten endgültig entschieden. Eine solche Beeinflussung ist vorhanden. Die Zahl der Samen, welche sich bei der Keimung durch das Licht in irgend einer Weise beeinflussen lassen, ist in letzter Zeit erstaunlich gewachsen. Wir verdanken diese Kenntnis der Tätigkeit einer ganzen Reihe von Forschern, worüber näheres in meinem jüngst veröffentlichten Sammelreferat über die Lichtkeimungsfrage eingesehen werden kann. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. 8, 1911, S. 248—257.)

Wir stehen nun aber vor zwei weiteren Fragen. Einmal haben wir zu untersuchen, wie weit andere äußere Bedingungen die Lichtempfindlichkeit bei der Keimung modifizieren und hieran schließt sich dann endlich die Hauptfrage, worauf diese Lichtempfindlichkeit in den einzelnen Fällen beruht. Die zweite Frage wird erst angreifbar, wenn die erste gelöst ist. Wir werden aber umgekehrt auch durch Behandlung der ersteren Aufschluß über die zweite erhoffen können.

Es liegen nun auch über solche Beeinflußbarkeit der Lichtempfindlichkeit durch äußere Faktoren schon einzelne Mitteilungen vor. (Vgl. darüber ebenfalls das oben genannte Sammelreferat.) Es erschien mir aber an der Zeit, an das Lichtkeimungsproblem

1) Schlösing et Müntz, Comptes Rendus 86, 892, 1878.

2) Hagem, l. c.

im Zusammenhange unter ganz bestimmter Fragestellung heranzutreten und dabei habe ich neben der Beeinflußbarkeit durch das Substrat in letzter Zeit vor allem den Einfluß der Temperatur und des Temperaturwechsels berücksichtigt. Auf die Substratwirkung bin ich in vorläufiger Form in diesen Berichten schon zu sprechen gekommen. Ich habe mich aber entschlossen, auch über den Einfluß der beiden übrigen Faktoren einige vorläufige Mitteilungen zu machen, da sich ergeben hat, daß eine sorgfältige Berücksichtigung derselben bei allen Arbeiten über das Lichtkeimungsproblem unbedingtes Erfordernis ist. Bei der so weitgehenden Beteiligung der verschiedensten Forscher an der Lösung dieses Problems erscheint mir aber eine möglichst baldige Veröffentlichung dieser Ergebnisse direkt geboten.

Ich war auf der Suche nach lichtempfindlichen Samen für spezielle Versuche und schlug KINZELs (diese Ber. 1909, **27**, S. 538) Liste über Samen, welche nur im Lichte während 12—15 Monaten gekeimt waren, nach. Ich fand da für *Verbascum Thapsus* angegeben, daß die Samen dieser Pflanze im Lichte zu 100 pCt. keimten, im Dunkeln aber gar nicht. In seiner vorhergehenden Mitteilung 1908, S. 658 hatte er sogar die folgende Angabe gemacht: Die *Verbasca* sind ganz vom Lichte in der Keimung abhängig. *V. Thapsus* z. B. keimte in 40 Tagen zu 52 pCt. im Licht, später bis 80 pCt., gegen einen verkümmernden Keimling im Dunkeln.

Ich wandte mich nun zuerst zum Gartenmaterial, wo ja aber bekanntlich die *Verbasca* immer sehr stark verbastardiert sind. Da aber KINZEL eine Abhängigkeit der Keimung vom Licht bei den *Verbasca* schlechthin angab, so war die Reinheit der Spezies nicht so außerordentlich wichtig. Ich suchte mir eine Pflanze heraus, welche ziemlich reines *Verbascum thapsiforme* darstellte und ging zuerst an Versuche mit Samen von derselben.

Ehe ich diese Versuche beschreibe, sei nur kurz der verschiedenen Vorsichtsmaßregeln gedacht, welche eingeführt wurden, um ein möglichst klares Resultat zu erlangen. Vor allem wurde zu den Versuchen nur garantiert chemisch reines, vor allem säurefreies Filtrierpapier benützt. Weiter wurden bestimmte Quanten destillierten Wassers und Filtrierpapier genommen, um Feuchtigkeitsunterschiede nicht aufkommen zu lassen oder wenigstens nach Möglichkeit zu unterbinden. Die Keimung fand in PETRIschalen statt, welche ihrerseits wieder zur Erhaltung ihrer Feuchtigkeit in größere geschlossene Glasschalen oder in vorzüglich schließende Blechbüchsen gebracht wurden. Die Temperatur wurde täglich

einmal abgelesen und wird an den nötigen Stellen mitgeteilt werden. Schließlich wurden stets 2 Kontrollversuche a und b ausgeführt.

Versuch I.

Je 2×100 Samen von *Verbascum thapsiforme* wurden im Licht und im Dunkeln zum Keimen ausgelegt. Material botan. Garten zu Tübingen. 11. September 1911. Versuchsbeginn 11. September.

Es keimten	hell		dunkel	
	a	b	a	b
14. September . . .	65	59	36	43
15. „ . . .	9	18	17	16
16.—20. „ . . .	12	15	19	28
21.—25. „ . . .	3	1	5	4
26.—30. „ . . .	1	1	0	0
1.—5. Oktober . . .	0	1	0	0
Summe . . .	90	95	77	91

Dieser Versuch zeigte nun allerdings gerade das Gegenteil von dem, was KINZEL für die *Verbasca* als allgemein gültig hingestellt hatte, daß sie in ihrer Keimung vom Lichte erheblich abhängig waren. Ich habe eine ganze Menge Versuche mit Samen derselben Pflanze mit in den verschiedensten Richtungen modifizierten Versuchsbedingungen angestellt, auf welche ich aber erst in der ausführlichen Arbeit zurückkommen kann. Alle ergaben mir Keimungen auch im Dunkeln. So viel geht allerdings auch schon aus dem hier mitgeteilten Versuch I hervor: Die Keimung der Samen von *Verbascum thapsiforme* wird durch das Licht etwas beschleunigt und begünstigt.

Das so gänzlich abweichende Ergebnis meines Versuches von dem KINZELschen erheischte aber nun eine Erklärung. Ich suchte sie zuerst in der Artverschiedenheit. KINZEL verallgemeinert zwar seine Ergebnisse auf die *Verbasca*, er führt aber als näher untersucht 1909, S. 538 nur *V. Thapsus*, *nigrum* und *Lychnitis* an. Dabei ergaben sich bei allerdings durchgängigem Versagen der Keimung in der Dunkelheit im Lichte so verschiedene Keimungsprozente, (*Thapsus* 100 pCt., *nigrum* 8 pCt, *Lychnitis* 38 pCt.), daß der Unterschied in den Ergebnissen schon auf diesem Wege erklärbar erschien. Ich suchte mir denn in der Umgebung von Tübingen zuerst *V. Thapsus*, die hier gar nicht so sehr häufig ist und auch oftmals mit *V. thapsiforme* verbastardiert auftritt. Ich

suchte mir aber wirklich reine Individuen heraus, die ich übrigens zu jederzeitiger Nachprüfung in meinem Herbarium aufbewahrte.

Die ersten Versuche, welche ich mit den Samen dieser Pflanze anstellte, blieben für unsere jetzige Besprechung völlig erfolglos. Ich hatte die Keimschalen ebenso wie bei dem vorhergehen Versuch im Dunkelschrank des Dunkelzimmers oder Laboratoriums angesetzt und wir werden gleich erkennen, daß die dort herrschende Temperatur (sie schwankte am Vormittage zwischen 13 und 18 Grad, ging aber natürlich in der Nacht noch weiter herunter) für die Keimung der zur Untersuchung gelangenden Samen nicht ausreichte. Ich stellte deshalb den folgenden Versuch sowohl im Laboratorium, als in der Vermehrung, also einem sehr warmen, möglichst gleichmäßig geheizten Gewächshause an. Die Temperatur schwankte darin nach Angabe des Inspektors zwischen 18 und 26 Grad im Schatten. Ich maß am Vormittag an mehreren Tagen Temperaturen zwischen 22 und 28 Grad, in der Sonne aber häufig bis 36 Grad. Ich hatte meine Versuchsbehälter in den Schatten gebracht.

Versuch 2.

Je 2×100 Samen von *V. Thapsus* wurden im Licht und im Dunkeln zur Keimung ausgelegt. Material am 16. September gesammelt bei Lustnau. Versuchsbeginn 23. September.

Es keimten	Laboratorium				Vermehrung			
	hell		dunkel		hell		dunkel	
	a	b	a	b	a	b	a	b
26. September	0	0	0	0	1	1	0	0
27. „	0	0	0	0	13	36	6	24
28. „	0	0	0	0	47	23	51	29
29. „	0	0	0	0	11	4	13	11
30. „	0	0	0	0	2	1	1	1
1.—5. Oktober	0	0	0	0	0	3	2	0
6.—16. „	vom 5. Oktober ab ausscheidend zu anderen Zwecken				1	3	0	0
Summe . . .	0	0	0	0	75	71	63	65

Der Versuch ließ nun einmal deutlich erkennen, daß die Samen von *V. Thapsus* in dem betreffenden Reifestadium zur Keimung einer höheren Temperatur benötigten, als ich sie ihnen im Laboratorium bieten konnte. Weiterhin erwies aber dieser Versuch, daß bei der geeigneten Temperatur die Samen auch von *V. Thap-*

sus sowohl im Lichte als im Dunkeln zu keinem imstande sind. Die Dunkelheit scheint zwar die Keimung auch hier um ein geringes zu verzögern, kann aber doch die Keimung unter günstigen Temperaturbedingungen nicht hintanhalten.

Ein weiterer Versuch aber, den ich mit den Samen des oben genannten *V. thapsiforme* anstellte, wies mir den Weg, auf welchem ich die Differenz mit KINZEL zukünftig hoffe erklären zu können, wenn sie sich nicht erst aus einem weiteren Faktor erklärt, auf welchen ich im 2. Teil meiner Mitteilung zu sprechen kommen werde.

Versuch 3.

Je 100 Samen von *V. thapsiforme* wurden im Licht und im Dunkeln zur Keimung ausgelegt. Material: Botan. Garten, Tübingen, 20. September 1911. Versuchsbeginn 21. September 1911.

Es keimten	Laboratorium				Vermehrung			
	hell		dunkel		hell		dunkel	
	a	b	a	b	a	b	a	b
23. September . .	0	0	0	0	97	99	52	53
24. „ . .	48	56	0	0	1	1	17	22
25. „ . .	37	33	27	16	0	0	22	20
26. „ . .	7	5	10	10	—	—	0	—
27.—29. „ . .	2	1	7	15	—	—	1	—
30. Sept. bis 4. Okt. .	0	0	1	1	—	—	—	—
Summe . . .	94	95	45	42	98	100	92	100

Dieser Versuch zeigt einmal, daß die benutzte Samenprobe von *V. thapsiforme* ein höheres Temperaturminimum für die Keimung besaß als die von *V. Thapsus*. Es werden hier im Lichte auch im Laboratorium noch fast vollkommene Keimungen erzielt. Er zeigt aber weiter, was aus den bisherigen Beobachtungsprotokollen noch nicht ersehen werden konnte, daß die Temperaturverhältnisse das gegenseitige Verhältnis der Licht- und Dunkelkeimer erheblich verschieben können. Bei der hohen Temperatur in der Vermehrung haben im Dunkeln schon Keimungen stattgefunden, wenn bei niedriger Temperatur auch im Hellen noch völlige Keimruhe herrschte. Viel wichtiger aber ist noch, daß bei der niedrigen Laboratoriumstemperatur das Verhältnis von Licht- zu Dunkelkeimern wie 94 oder 95 pCt. zu noch nicht 50 pCt. ausmacht, während in der Temperatur der Vermehrung an dem summarischen Endresultat überhaupt kein Unterschied mehr zu konstatieren ist.

Hätte man also die Samen nur bei Vermehrungstemperatur geprüft und dort nur das summarische Endresultat am 3. Keimungstage ins Auge gefaßt, dann hätte man überhaupt keinen Lichteinfluß wahrnehmen können: nur eine geringe Verzögerung der Keimung in den ersten Tagen bleibt bestehen. Es läßt sich aber erwarten, daß sich auch diese unter geeigneten Temperaturverhältnissen noch wird beseitigen lassen, sodaß gleiche Keimungsverhältnisse im Licht und im Dunkeln durch die Temperatur Samen eingeprägt werden könnten, welche bei niedrigerer Temperatur im Lichte zu 50 pCt. besser keimen als im Dunkeln.

Ich mache darauf aufmerksam, daß schon KINZEL die modifizierende Wirkung der Temperatur bei durch die Dunkelheit geförderten Samen erörtert hat, aber diese Wirkung dann bei seinen folgenden Untersuchungen nicht gebührend berücksichtigt oder wenigstens über diese Berücksichtigung nicht genügend Mitteilung gemacht hat. Es ist nun möglich, daß sich die Differenz zwischen KINZELS und meinen Ergebnissen daraus erklären läßt, das KINZEL seine *Verbascum-Thapsus*-Samen bei einer Temperatur ausgelegt hat, bei der die Differenz in der Lichtempfindlichkeit eine noch größere ist, als in unserem Versuche 3, derart, daß im Dunkeln keine oder fast keine Samen keimten, im Lichte aber in den von ihm genannten Prozentsätzen. Ich habe Versuche im Gange, welche diese Differenz weiter aufklären sollen.

So viel ist aber sicher und von mir noch durch eine lange Reihe hier noch nicht publizierter Versuche klargestellt, daß die Samen der genannten beiden *Verbascum*-Arten, geeignete andere Bedingungen vorausgesetzt, sicher nicht nur im Lichte keimen können.

Nicht viel anders, nur klarer liegt ein zweiter Fall. In der von KINZEL erbrachten und schon oben angeführten Liste von Samen, welche nur im Lichte keimen sollen, fungiert weiterhin *Epilobium roseum* mit 100 pCt. Keimungen im Lichte und völligem Versagen der Keimung im Dunkeln innerhalb 12—15 Monaten. Es ist auch nach meinen Versuchen kein Zweifel, daß das Licht die Keimung der Samen von *Epilobium roseum* in hohem Maße fördert. Ich konnte bei dauernd im Laboratorium gehaltenen Keimschalen im Lichte wohl eine Keimung zu 100 pCt. feststellen, im Dunkeln aber keine Keimung beobachten. Anders aber in der Vermehrung. Ich führe hier den betreffenden Versuch an.

Versuch 4.

Je 2×100 Samen von *Epilobium roseum* wurden im Licht und

im Dunkeln zur Keimung ausgelegt. Material: Lustnau, am 6. Oktober 1911 gesammelt. Versuchsbeginn am 7. Oktober.

	Laboratorium				Vermehrung			
Es keimten	hell		dunkel		hell		dunkel	
	a	b	a	b	a	b	a	b
				bis 14.				
10.—18. Oktober .	100	100	0	0	100	96	6	2
19. „ .	—	—	0	(dann an-	—	—	26	40
20. „ .	—	—	0	derweitig	—	—	44	37
21. „ .	—	—	0	verwendet)	—	—	19	16
Summe .	100	100	0		100	96	95	95

Wir haben also hier das realisiert, was ich zur Aufklärung des Widerspruchs zwischen den KINZELschen und meinen Ergebnissen bezüglich *Verbascum Thapsus* als wahrscheinlich annahm, daß bei der einen Temperatur die Samen nur im Lichte, dort aber zu 100 pCt. keimen, während sie bei einer anderen Temperatur im Lichte und im Dunkeln keimen, wenn auch im Dunkeln stark verzögert. Vielleicht läßt sich aber auch hier noch durch Erhöhung der Temperatur das Ergebnis so beeinflussen, daß eine gleichmäßige Temperatur im Lichte und im Dunkeln einer ausschließlichen Lichtkeimung bei niederer Temperatur gegenübergestellt werden kann.

Eins läßt sich aber aus diesen Versuchen mit aller Sicherheit schließen: ohne Angabe wenigstens der ungefähren Temperatur haben Lichtkeimungsversuche überhaupt keinen Zweck mehr. Andererseits können wir aus den immerhin erheblichen Schwankungen der Temperatur im Laboratorium, welche, soweit unsere bisherigen Versuche erkennen lassen, doch keinen modifizierenden Einfluß auf die Lichtkeimung hatten, schließen, daß die Temperaturunterschiede, welche die Lichtempfindlichkeit verändern, immerhin erhebliche sein müssen.

Ich möchte mich nun aber, ehe ich mich zur Darstellung noch anderer Verhältnisse wende, dagegen verwahren, daß ich etwa den Lichteinfluß einfach auf Temperaturwirkung zurückführen wollte. Daß ein Vertauschen von Licht und Wärme nicht zu demselben Egebnis führt, zeigt ein neuer Versuch mit meiner alten Versuchspflanze *Ranunculus sceleratus*. Das Samenmaterial verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor KÜSTER.

welcher es Ende August für mich bei Friedrichsort bei Kiel sammelte.

Versuch 5.

Je 2×100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden im Licht und im Dunkeln teils auf destilliertem Wasser, teils auf KNOOPscher Nährlösung ausgelegt. Material Ende August 1911 Friedrichsort. Versuchsbeginn 29. September 1911.

Es keimten	Laboratorium								Vermehrung							
	hell				dunkel				hell				dunkel			
	Wasser		KNOOP		Wasser		KNOOP		Wasser		KNOOP		Wasser		KNOOP	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3.—6. Oktober	3	10	16	14	0	0	0	0	20	10	12	11	0	0	1	0
7.—12. Oktober	7	12	18	13	0	0	1	1	3	4	17	11	0	0	0	0
13—18. Oktober	24	15	55	67	0	0	0	0	5	43	28	19	0	0	2	0
19—20. Oktober	0	2	6	4	0	0	0	0	11	7	0	2	0	0	0	0
Summe	34	39	95	98	0	0	1	1	39	64	57	43	0	0	3	0

Dieser Versuch läßt uns eine ganze Reihe von interessanten Tatsachen erkennen. Vor allem ersehen wir daraus, im Anschluß an unseren jetzigen Gedankengang, daß das Licht auch durch hohe Temperatur nicht ersetzbar zu sein braucht. Während im Licht im Laboratorium schon Keimungen in großen Mengen (Wasser 34 und 39 pCt., KNOOP 95 und 98 pCt.) zu beobachten waren, sind zur selben Zeit unter der in der Vermehrung herrschenden, durchschnittlich 10 Grad höheren Temperatur auf Wasser keine Keimungen zustande gekommen, während die Keimungen auf KNOOP noch ganz vereinzelt sind.

Bei Dunkelkeimern hatte KINZEL schon mehrfach auf die erhebliche modifizierende Wirkung der Temperatur hingewiesen. Ich nenne nur als Beispiele *Nigella sativa* und *Asphodelus ramosus*. Er konnte aber noch keinen Fall namhaft machen, wo das Licht und die Temperatur in der Weise gleichsinnig wirken, daß das Licht bei niedriger Temperatur die Keimung schädigt, die erhöhte Temperatur aber auch im Dunkeln die Keimung herabsetzt, während Licht und erhöhte Temperatur gemeinsam die Keimung ganz oder fast ganz verhindern. Einen solchen Fall kann ich in *Phlox Drummondii* darstellen. Es sei der folgende Versuch angeführt.

Versuch 6.

Je 2×100 Samen von *Phlox Drummondii* wurden im Licht und im Dunkeln ausgelegt. Material Herbst 1911 Botan. Garten Tübingen. Versuchsbeginn 28. September 1911.

Es keimten	Laboratorium				Vermehrung			
	hell		dunkel		hell		dunkel	
	a	b	a	b	a	b	a	b
1. Oktober .	5	5	24	48	0	1	0	1
2. Oktober .	9	4	38	33	0	0	0	1
3. Oktober .	7	0	22	6	2	1	2	7
							ins Licht gebracht	
4. Oktober .	5	8	2	3	0	0	2	9
5. Oktober .	11	23	1	2	1	0	0	3
6.—10. Oktober .	43	48	5	8	am 8. ins Dunkele			
					5	2	78	7
11.—15. Oktober .	10	13	7	—	90	0	13	2
16.—20 Oktober .	—	—	—	—	—	0	0	1
Summe	98	101	99	100	97	4	95	31

Bei Laboratoriumstemperatur verhalten sich die Samen dieses Versuchs ganz ebenso wie diejenigen, an welchen ich in meiner letzten Mitteilung den Lichteinfluß feststellen konnte. Zuerst starkes Zurückbleiben der Lichtsamen, dann nach und nach Ausgleich. Zugleich aber tritt die modifizierende Wirkung der Temperatur aufs deutlichste in die Erscheinung. Während bei Laboratoriumstemperatur auch im Lichte nach einiger Zeit ca. 100 pCt. erreicht werden, kommt in derselben Zeit (ca. 3 Wochen) die Keimung in der Vermehrung im Lichte nicht über 4 pCt. hinaus. Wenn man also das Endresultat nach 3 Wochen nur in der Vermehrung ansieht, so könnte man die Samen von *Phlox Drummondii* fast für unfähig halten, die Samen im Lichte auszukeimen. Aber auch die hemmende Wirkung der Temperatur in der Dunkelheit ist deutlich ersichtlich.

Von noch größerem Interesse als die Untersuchungen über den Einfluß absoluter Temperaturunterschiede auf die Lichtkeimung erscheinen mir aber die Ergebnisse, welche den Einfluß des Temperaturwechsels illustrieren.

Ich kann hier wieder auf *Epilobium roseum* exemplifizieren, welches mir von zwei verschiedenen Standorten aus der Umgebung Tübingens zur Untersuchung vorlag.

Versuch 7.

Je 2×100 Samen von *Epilobium roseum* wurden im Licht und Dunkeln ausgelegt. Material 19. September. Lustnau. Versuchsbeginn 19. September. Alle Samen im Laboratorium ausgelegt.

Es keimten	hell		dunkel	
	a	b	a	b
21. September bis 3 Oktober .	0	2	0	1
3. Oktober	in die Vermehrung		in die Vermehrung	
4. Oktober	0	0	1	0
5. Oktober	49	0	96	0
6. Oktober	11	0	1	0
7.—11. Oktober . . . . . (bedeckter Himmel)	0	0	—	0
12.—18 Oktober . . . . . (heiterer Himmel)	25	97	—	0

Ich bezog dieses Resultat erst nur auf den Unterschied in der absoluten Temperatur. Die folgenden Versuche belehrten mich indessen eines besseren und zeigen, daß sich die Ergebnisse nur auf den Einfluß des Temperaturwechsels zurückführen lassen.

Versuch 8.

Je 2×100 Samen von *Epilobium roseum* wurden im Licht und im Dunkeln ausgelegt. Material 6. Oktober Tübingen. Versuchsbeginn 7. Oktober.

Es keimten	Laboratorium				Warmhaus			
	hell		dunkel		hell		dunkel	
	a	b	a	b	a	b	a	b
10. Oktober . . . wolkig	0	0	0	0	1	11	0	0
11. Oktober . . . wolkig	0	0	0	0	6	7	0	0
12. Oktober . . .	0	0	0	0	46	zu trocken gehalten	0	0
13. Oktober . . . Klar, teilweise direkte Sonne	25	19	0	ins Warmhaus 0	40	4 3	0	0
14. Oktober . . . Klar, teilweise direkte Sonne	59	62	0	0	4	1	0	2
15. Oktober . . . Klar, teilweise direkte Sonne	14	22	0	45	3	2	0	0
16. Oktober . . . Klar, teilweise direkte Sonne	3	—	0	14	—	42	0	0
17. Oktober . . .	—	—	0	0	—	25	6	0
18. Oktober	—	—	0	0	—	1	0	0
19. Oktober	—	—	0	0	—	—	26	40
20. Oktober	—	—	0	0	—	—	44	87

Dieser letzte Versuch zeigt deutlich, daß nur der Temperaturwechsel bei den plötzlichen Keimungen z. B. am 15. und 16. Ok-

tober in Frage kommen kann. Denn Samen derselben Provenienz lagen ja zu derselben Zeit in der Vermehrung bei hoher Temperatur ganz ohne zu keimen oder mit 2 pCt. Keimungen. Erst mehrere Tage später traten auch bei den dauernd in der Vermehrung sich befindenden Samen zahlreiche Keimungen ein.

Auch in dem folgenden Fall ließ sich die Lichtwirkung durch Temperaturwechsel ersetzen. Es handelt sich um *Epilobium hirsutum*, also eine Pflanze aus der nächsten Verwandtschaft der eben studierten.

Versuch 9.

Je 2 × 100 Samen von *Epilobium hirsutum* wurden im Licht und im Dunkeln ausgelegt. Material am 20. September in Lustnau. Versuchsbeginn 20. September. Laboratorium.

Es keimten	hell		dunkel	
	a	b	a	b
24.—30. September . .	2	11	1	0
1.— 3. Oktober . . .	0	0	0	0
4. Oktober . . .	in die Vermehrung 0	0	0	0
5. Oktober . . .	0	0	in die Vermehrung 0	0
6. Oktober . . .	97	0	0	1
7. Oktober . . .	4	0	0	0
8. Oktober . . .	—	0	51	0
9. Oktober . . .	—	0	2	0
10.—12. Oktober (wolkig)	—	0	0	0
13. Oktober (sonnig)	—	89	0	0
14.—19. Oktober . . .	—	—	3	0
Summe	103	100	56	1

Auch dieser Versuch zeigt mit nicht mißzuverstehender Deutlichkeit in allen Kolonnen die Wirkung des Temperaturwechsels. Nach Überführung in die Vermehrung ist das ohne weiteres deutlich. Aber auch der Fall hell b, wo plötzlich am 13. Oktober vollständige Nachkeimung einsetzte, zeigt die Wirkung des Temperaturwechsels deutlich. Bis zum 12. Oktober war der Himmel dauernd bewölkt gewesen; es hatte geregnet und war kühl. Meine Temperaturaufzeichnungen ergeben 13—14 Grad am Vormittag. Dann klärte es sich auf, und die Schalen bekamen mittags etwas direkte Sonne. Ich maß im Schatten 15—17 Grad, die Sonnentemperaturen waren aber natürlich erheblich höher (25 Grad). So können wir auch hier bei Belichtung den Erfolg auf den Temperaturwechsel zurückführen.

Ein letztes Beispiel hierfür sei noch in *Veronica longifolia* angeführt.

Versuch 10.

Je 2×100 Samen von *Veronica longifolia* wurden im Licht und Dunkeln ausgelegt. Material botanischer Garten Tübingen 15. September. Versuchsbeginn 20. September. Laboratorium.

Es keimten	hell		dunkel	
	a	b	a	b
25. Sept. bis 3. Oktober .	5	5	1	4
3. Oktober .	in die Vermehrung		in die Vermehrung	
4. Oktober .	0	0	0	0
5. Oktober .	26	1	1	0
6. Oktober .	22	0	7	0
7. Oktober .	12	0	1	0
8.—12. Oktober .	18	0	0	0
13. Oktober .	3	0	0	0
13. Oktober .	—	—	wieder ins Laboratorium	in die Vermehrung
14. Oktober .	3	1	0	0
15. Oktober .	0	2	0	0
16. Oktober .	0	3	0	7
17. Oktober .	2	1	0	0
17 Oktober .	—	—	wieder in die Vermehrung	—
18 Oktober .	3	1	0	0
19. Oktober .	0	1	6	0
20. Oktober .	0	11	6	0

In diesem Versuche wird die Wirkung des Temperaturwechsels durch mehrfache Übertragung der Versuchssamen aus der höheren Temperatur und die niedere und zurück und die Ersatzmöglichkeit des Lichtes durch Temperaturwechsel deutlich dargetan.

Ein Ersatz der Lichtwirkung durch den Temperaturwechsel war bisher nur an *Poa pratensis* bekannt. Die hier mitgeteilten Untersuchungen legen dar, daß eine solche Ersatzmöglichkeit viel weiter verbreitet ist. Ob die Beziehungen herrschen, welche PICKHOLZ jüngst zwischen der Lichtwirkung und der Wirkung des Temperaturwechsels vermutete (Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1911, S. 124—151), werden weitere Untersuchungen klarzustellen haben. Vielleicht lassen sich auch die GASSNERschen Ergebnisse an *Chloris*arten so erklären.

Jedenfalls öffnet sich hier ein Born weiterer Probleme, deren Bearbeitung für Praxis wie Theorie gleich bedeutungsvoll zu werden verspricht.

Im Anschlusse an diese Auseinandersetzungen über die Ersatzmöglichkeit der Lichtwirkung durch den Temperaturwechsel möchte ich nur noch kurz eines neuerlichen Versuches gedenken, welchen ich anstellte, um den Einwurf GASSNERs zu begegnen, daß meine Bezeichnung der im Dunkeln in der Keimruhe verharrenden Samen von *Ranunculus sceleratus* als dunkelstarr noch nicht zu Recht bestehe, da von mir noch nicht der Nachweis erbracht sei, daß die vorübergehender Dunkelheit ausgesetzten Samen ihre Keimkraft nicht völlig verlören, sondern nachher wieder zu keimen imstande seien. Ich hatte hierzu schon in einem Referat über die GASSNERsche Mitteilung in Zeitschr. f. Botanik, 1910, 2, S. 795—796, Stellung genommen. Der im folgenden anzuführende Versuch bestätigt das dort Gesagte und zeigt, daß die in der Dunkelheit in Ruhe verbliebenen Samen nicht keimungsunfähig, sondern nur dunkelstarr sind.

Versuch 11.

Am 8. Oktober 1910 wurden im Dunkeln 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* (gesammelt im Oktober 1910 in Schiecksee) bei ca. 30 Grad ausgelegt. Sie verblieben daselbst ungekeimt bis 10. Dezember. Dann wurden sie ans Licht ins Warmhaus gebracht. Es keimten nun am 12. Dezember 88 pCt. aller Samen plötzlich aus.

Auch dieser Versuch lehrt den Einfluß der Temperatur erkennen, indem bei niederer Temperatur eine solche plötzliche Keimung im Licht nach langem Verbleib in der Dunkelheit nie zu konstatieren war.

Schließlich möchte ich bemerken, daß Versuche mit genauerer Bestimmung der Temperatur im Gange sind.

Tübingen, Botan. Institut, am 20. Oktober 1911.

78. W. Lorch: Über eine eigenartige Form sklerenchymatischer Zellen in den Stereomen von Polytrichum commune L.

(Mit 5 Textfiguren.)

(Eingegangen am 24. Oktober 1911.)

Die Anatomie des *Polytrichum*-Blattes ist schon so oft und so genau dargelegt worden, daß es als ein vergebliches Bemühen erscheinen muß, den bekannten Einzelheiten noch ein neues Détail hinzufügen zu wollen. Gewiß bestehen in dem Blattbau der sehr zahlreichen Polytrichaceen erhebliche anatomische Differenzen, deren hoher diagnostischer Wert nicht bestritten werden soll, indessen würde ein ziemlich umfangreiches Werk, das über derartige Fragen eine ausführliche Antwort erteilt, nur die Notwendigkeit ergeben, eine nicht unbeträchtliche Anzahl C. MÜLLERscher (Hal.) Arten zu kassieren und sie nach dem Prinzip, „das Kind muß einen Namen haben", abermals mit einer neuen Diagnose auszustatten, womit dann auch nicht allzuviel gewonnen wäre. Obwohl die auffälligen Bewegungen, welche die Blätter vieler Polytrichaceen zum Schutze gegen übermäßige Transpiration ausführen, an sich schon seit langer Zeit bekannt sind, so ist man doch erst verhältnismäßig spät auf den Gedanken gekommen, den Gründen für jene Erscheinung nachzugehen. Diese auf Grund anatomischer Untersuchungen und mit Zuhilfenahme des Experiments ausreichend zu erklären, halte ich für eine dankbare Aufgabe, nicht aber die Aufstellung einer Theorie, die, ohne gebührend Rücksicht auf die Anatomie der Blätter zu nehmen, alle möglichen Erscheinungen in gleicher Weise verständlich zu machen sucht. Mit Ausnahme mehrerer in verschiedenen Zeitschriften erschienenen Publikationen[1]), finden sich die übrigen den fraglichen Gegenstand behandelnden Schriften[2]) meines Wissens alle in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft; da aber in dieser kurzen Mitteilung nicht auf den Inhalt derselben zurückgegriffen werden soll, so genüge es, auf sie hingewiesen zu haben.

Dünne Querschnitte durch das Blatt von *Polytrichum commune* L., *formosum Hedw.* und andere Arten dieser Gattung lassen eine überaus große Verschiedenheit in der Gestalt der Lumina der Stereïden, besonders denen des dorsalen, größeren Stereoms — es ist dies

1) Revue générale de Botanique 1991. — Flora 1902, 1907, 1910. — Abhandlung der Kgl. Bayr. Akad. d. Wiss. 1908.

2) Band I, XXVIa, XXVII, XXVIII.

das an der konvexen Seite des Blattes gelegene Stereom — erkennen. Auf weniger zarten Querschnitten ändert sich das Lumen dieser Zellen bei verschiedener Einstellung andauernd, was doch nicht eintreten könnte, wenn die Gestalt des Lumens immer dieselbe bliebe. Da aber die Stereïden eine immerhin nicht unbedeutende Länge besitzen, so wäre die Anfertigung von Serienschnitten erforderlich gewesen, um aus den korrespondierenden Zelllumina die Gestalt der Stereïde selbst zu rekonstruieren. Längsschnitte wollten auch nicht zu dem gewünschten Ziele führen, obwohl sich aus ihnen mancherlei auf die Gestalt der Stereïden schließen ließ. Auch wirkten die dicken Membranen der Stereïden auf die Beurteilung des Querschnittsbildes in ungünstigem Sinne ein, ebenso führten die Versuche, vermittelst eines Skalpells die betr. Zellen durch Schaben von der Oberseite des Blattes her zu erhalten, zu keinem befriedigenden Ergebnis. Um Klarheit zu erlangen, blieb nichts anderes übrig als die Verwendung des SCHULTZEschen Macerationsgemisches, das sich vortrefflich bewährte. Dieses Gemisch ließ ich nur bis zu einem gewissen Grade auf die Blätter einwirken, damit, nachdem diese mit Nadeln im Wassertropfen tüchtig zerzupft worden waren, doch noch kleinere Blattstückchen übrig blieben, an denen die Lagerung der Stereïden beispielsweise zu den dorsalen Epidermiszellen erkannt werden konnte. Wollte ich jedoch die eigenartigen Stereïden in größerer Anzahl erhalten, so brachte ein längeres Verweilen der Blätter in der siedenden Flüssigkeit die gewünschte Wirkung hervor, denn wie die sehr oft vorgenommenen Macerationen dartaten, vollzog sich die Auflösung der Mittellamellen z. B. zwischen den Zellen der Assimilationsleisten und der Lamina merklich schneller, als zwischen den Stereïden und den Zellen der dorsalen Epidermis. Diesem letzteren Umstand hat man es zuzuschreiben, daß oft im Präparate einzelne Stereïden mit einer größeren Anzahl von ihnen bedeckter Epidermiszellen, die in longitudinalen Reihen angeordnet sind, sich unter dem Druck des Deckglases auf die Seite legen.

Unterwirft man Blätter von *Polytrichum commune* L. der Behandlung mit dem SCHULTZEschen Macerationsgemisch, so nehmen Scheide und Zähne der Spreite und auch die des Rückens, wenn die Dauer des Kochens eine bestimmte Zeit nicht überschreitet, eine tiefbraune Färbung an, wogegen das übrige Gewebe sich durch seine bleiche, gelblichweiße Farbe scharf von den gebräunten Partien abhebt. In der Konstitution der Membranen bestehen allem Anscheine nach also Differenzen, und was die Randbezahnung betrifft, so konnte ja auch in optischer Hinsicht eine Abweichung gegenüber benachbarten Zellen festgestellt werden.

Es würde sich wohl lohnen, die Randbezahnung der Laubmoosblätter zum Gegenstand einer genaueren Untersuchung zu machen, denn die Zähne sind Organe besonderer Art, deren Bedeutung bisher in Dunkel gehüllt ist.

Die nach dem Blattinnern vorgewölbten Epidermiszellen der Rückenseite verlaufen, wie bereits erwähnt, in deutlichen Längsreihen, ihre Seitenwände stoßen, wie die Beobachtung an Flächenbildern lehrt, in Zickzacklinien aneinander. Über die Epidermis zieht sich eine Schicht von Stereïden hin, die je nach der Lage, die sie zu den Epidermiszellen einnehmen, in ihrer Gestalt voneinander abweichen.

Die Stereïden liegen nicht in einer Ebene, die zwischen je zwei Epidermiszellen eingeschobenen etwas tiefer als die über deren ventrale Membranen hinlaufenden. Betrachtet man also ein kleines Flächenstück von Epidermiszellen mit darauf liegenden Stereïden

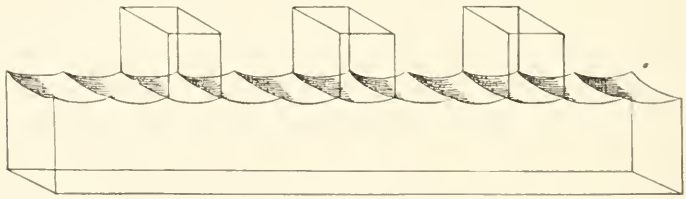


Fig. 1.

von oben, d. h. von der Bauchseite, so ist eine richtige Vorstellung von der Lagerung der Stereïden zu den Epidermiszellen nur dann zu erlangen, wenn man auf die höher und tiefer gelegenen Stereïden entsprechend einstellt. Die zwischen je zwei Epidermiszellen sich hinziehenden Stereïden sind nach zwei Seiten hin mit Ausbuchtungen versehen, mit denen sie die entsprechenden ventralen Flächen der Epidermiswand bedecken. Diese beiden welligen Seitenflächen der Stereïde stoßen in einer nach der dorsalen Blattseite gerichteten Kante zusammen, die den Vorwölbungen der Epidermiszellen nach der Blattoberseite entsprechend in eine Wellenlinie aufgelöst ist.

Daß die der Epidermis aufliegenden bastfaserähnlichen Elemente gestaltlich bedeutend voneinander abweichen, läßt sich leicht auf folgende Weise ermitteln. Man verschiebt das Deckglas in der Richtung der kurzen Achse der Stereïden, wodurch diese, falls sie in einer nicht zu niedrigen Wasserschicht liegen, zu einer rollenden Bewegung um ihre Längsachse veranlaßt werden. Die Stereïden zeigen sich dabei von mehreren Seitenflächen, ihre Gestalt ist also auf diesem Wege leicht festzustellen.

In der Figur 1 sind drei Epidermiszellen mit zugehöriger Stereïde zur Darstellung gebracht. Um irrtümlichen Auffassungen und eventuellen Angriffen zu begegnen, sei darauf hingewiesen,

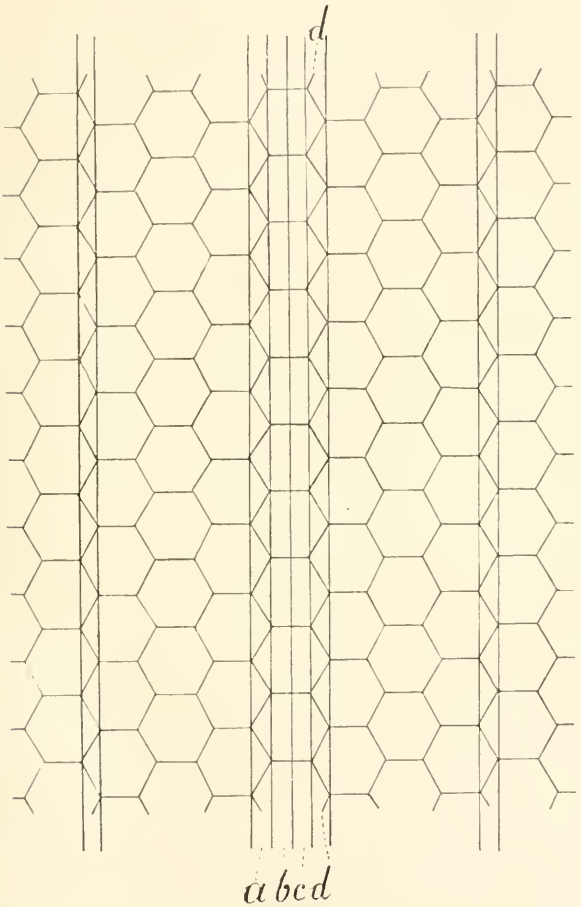


Fig. 2.

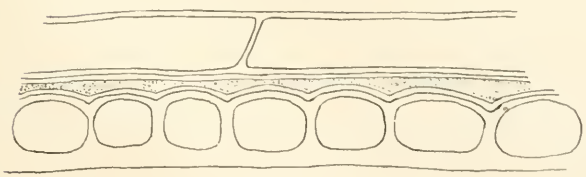


Fig. 3.

Fig. 4.

daß diese Figur in mehr als einer Beziehung die natürlichen Verhältnisse außer acht läßt. Zunächst sind nur drei Epidermiszellen gezeichnet, damit deren Lage zu den wellenförmigen Ausbuchtun-

gen der Stereïde um so deutlicher hervortritt. Ferner besitzen die Stereïden weit mehr Ausbuchtungen, als die Figur zeigt, auch ist das Größenverhältnis von Epidermiszellen und Stereïde ein ganz anderes. Ferner spitzen sich die Stereïden nach beiden Enden meist zu, was in der Figur nicht zum Ausdruck gelangt. Fast immer verlaufen auch mehrere Stereïden über die ventralen Membranen der Epidermiszellen, ein Umstand, der in Figur 1 unberücksichtigt blieb.

Aus der gleichfalls schematisch gehaltenen Figur 2 kann man leicht, falls man sich die in der Ebene des Papiers liegenden sechs-

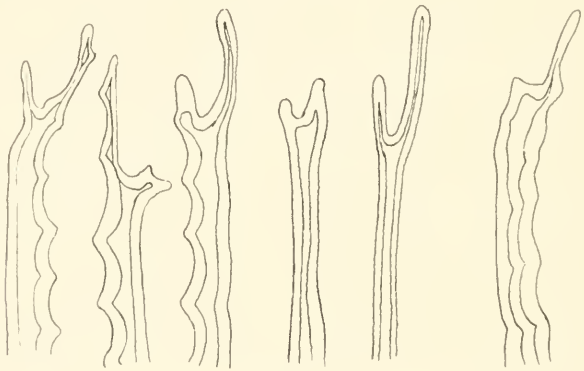


Fig. 5.

seitigen ventralen Wände der Epidermiszellen in der Richtung des Beschauers vorgewölbt denkt, die Gestalt der einzelnen sklerenchymatischen Elemente rekonstruieren. Es muß die Stereïde a von den benachbarten Stereïden b nnd c gestaltlich bedeutend abweichen, da die erstere über die Zickzacklinie d – d hinläuft, was bei b und c nicht der Fall ist.

Figur 3 zeigt einen Teil eines Längsschnittes durch die Spreite des Blattes von *Polytrichum commune*. Der auf die Stereïde entfallende Abschnitt ist durch Punktierung kenntlich gemacht.

Figur 4. Eine bei starker Vergrößerung gezeichnete Stereïde.

Figur 5. Stereïdenendigungen von eigentümlicher Ausbildung.

21 Messungen ergaben eine durchschnittliche Länge von 317 μ und eine Breite von 2—3 μ bei den längsten Fasern. Wie man bei Stereïden von durchschnittlich 317 μ auf zarten Blattquerschnitten „geschlossene" Zellen erhalten kann, ist mir auch heute noch ein Rätsel.

79. Sergius Ivanow: Über Ölsynthese unter Vermittlung der pflanzlichen Lipase.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität. Nr. 23 der 2. Folge)

(Mit 1 Textfigur.)

(Eingegangen am 27. Oktober 1911.)

Die Untersuchungen über den Reifungsprozeß der Samen weisen auf das Vorhandensein einer Periode hin, in der in den Samen gleichzeitig beide Bestandteile der Öle — Glyzerin und höhere Fettsäuren — vorhanden sind, in der es somit zu einer Synthese der Ölmoleküle noch nicht gekommen ist. Die Vereinigung der Ölkomponenten erfolgt bei verschiedenen Pflanzen nicht auf die gleiche Art. Sie tritt momentan ein in den Samen mit ungesättigten Säuren, schrittweise, wenn die Säuren der Samen gesättigt oder dem Sättigungspunkte sehr nahe sind (z. B. Oleïnsäure).

Die sehr niedrigen Säurezahlen bei *Linum usitatissimum* und *Cannabis sativa* und die verhältnismäßig großen bei *Papaver somniferum* u. dgl. können wohl zur Bekräftigung dieser Erwägungen herangezogen werden. Die Frage lautet nun:

Kommt die Ölsynthese infolge des gleichzeitigen Vorhandenseins von Glyzerin und Fettsäure zustande oder ist sie einer jener biochemischen Prozesse, der der Mitwirkung eines Fermentes bedarf.

Diese Frage ist um so berechtigter, als die Fettsynthese unter Mitwirkung tierischer Lipase schon längst bekannt ist. (KASTLE und LOEWENHARDT, H. POTTEVIN, HENRIOT, HAMSIK.)

Für die Pflanze war bisher eine analoge Reaktion noch nicht mit Sicherheit bekannt[1]).

Es ist hier auch notwendig, auf die entgegengesetzten Hypothesen über die Identität der synthetisierenden und abspaltenden Fermente einzugehen.

VAN'T HOFF vertrat die Identität; FR. ARMSTRONG glaubt dagegen, daß ein Enzym nur solche Substanzen zerlegen kann, die es nicht zu synthetisieren vermag.

1) Im Verlaufe meiner Untersuchung erschien eine Arbeit von Dr. ADOLF WELTER: „Beitrag zur Kenntnis der Reversibilität der Enzymwirkung". Zeitschr. für angewandte Chemie, in der der Autor eine synthetische Fermentwirkung von Rizinuslipase konstatiert.

Solche fundamentalen Differenzen machen es durchaus nötig, vor der eigentlichen Untersuchung die Vorfrage nach der Identität oder dem Unterschiede der ölsynthetesierenden und ölzerlegenden Fermente zu beantworten. Durch die Hypothese FR. ARMSTRONGs wurde nun meine Aufmerksamkeit auf die reifenden Samen gelenkt, auf diese natürlichen synthetischen Laboratorien.

Zu diesem Zwecke zerrieb ich die trockenen unreifen Ölsamen[1]) mit Sand und Glyzerin. Der dabei entstehende dicke Brei wurde im Laufe eines Tages digeriert, um die Fermente völlig in Lösung zu bringen. Dann wurde der Glyzerinauszug abgepreßt und mit dem gleichen Volum von Oleïnsäure von MERK vermischt.

Waren die Samen frisch und saftig, so war eine Zugabe von Wasser unnötig. Sonst fügte ich stets 1—2 cm^3 zu dem oben beschriebenen Gemisch. Ich wählte, das sei auch noch besonders hervorgehoben, nur Samen, die sich in dem Stadium intensivster Ölbildung befanden. Niemals war der Wassergehalt in der Oleïnsäure-Glyzerinmischung höher als 8—10 pCt.

Die Mischung wurde nur umgerührt und nach Zusatz von 2—3 Tropfen 10 proz. Thymollösung ruhig stehen gelassen. Von Zeit zu Zeit wurde die Säurezahl bestimmt, d. h. die Menge von mg KOH, die zur Neutralisation der freien Oleïnsäure in 1 g notwendig war.

Bevor ich nun zu meinen Versuchen übergehe, möchte ich noch gewissen Einwänden begegnen, die in Anbetracht der Tatsache erhoben werden könnten, daß selbst ein Zusatz von Thymol keine absolute Garantie gegen die Entwicklung von Bakterien bietet.

Es ist klar, daß Gemische, wie die eben beschriebenen, einen nicht ungünstigen Nährboden für Bakterien darstellen, und daß das Aufkommen vereinzelter Bakterien[2]) nicht zu vermeiden war, wie die mikroskopische Überprüfung der Mischungen ergab; doch kam es infolge des Thymolzusatzes zu keiner nennenswerten, jedenfalls keiner sichtbaren Vermehrung, so daß schon dieser Umstand dagegen spricht, daß die Stoffwechselprodukte meine Ergebnisse in einschneidender Weise beeinflußt hätten.

1) Die Samen bezog ich von einem Felde aus der Versuchsanlage in Korneuburg des Komitees zur staatlichen Förderung der Kultur von Arzneipflanzen in Österreich, das mir Herr Prof. MITTLACHER in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte, dem ich dafür auch hier meinen innigsten Dank ausspreche.

2) Aussaaten auf günstige Nährmedien wurden, weil von wenig Interesse, nicht gemacht.

Selbstredend wäre es das Idealste, sich dieser Versuchsverderber durch Sterilisation in radikalster Weise zu entledigen, doch ist die Anwendung dieses Mittels bei Versuchen wie meinen einfach ausgeschlossen, da ja gleichzeitig mit den Bakterien auch die Fermente zerstört werden, auf deren Erhaltung es mir ja gerade ankommt. Wenn wir übrigens die meisten der bisherigen Studien über die Darstellung von Fermenten vergleichen, so sehen wir, daß man mit den gleichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte.

Es sei mir nun noch gestattet, zur Stütze meiner Anschauung, daß die etwa aufgenommenen Bakterien für meine Resultate belanglos waren, die folgenden Tatsachen und Überlegungen anzuführen:

1. Abgesehen von dem schon betonten Thymolzusatz waren die meisten Lösungen hochkonzentriert, wodurch den Bakterien eine Vermehrung schon erheblich erschwert worden sein muß.

2. Der Nährboden ist meist sauer, wodurch die Bakterienentwicklung gleichfalls gehemmt wird.

3. Angenommen, die Bakterien hätten meine Versuche in dem Sinne der Ölzerspaltung beeinflußt: Gerade das Gegenteil läßt sich beweisen. Zeigen denn nicht vielwöchige Versuche eine stets steigende Ölzunahme?

Es könnte also, selbst wenn die Bakterien im Sinne einer Ölzerspaltung tätig wären, ihre Leistung gegenüber der der aufbauenden Fermente gar nicht in Betracht kommen.

4. Es zeigt sich weiter, daß das frische Ferment stärker wirkt als das alte, so daß man je nach der Frische des Ferments befriedigende Versuchsreihen erhält (vgl. S. 598 u. 599).

Danach komme ich also zu dem Schlusse, daß die Bakterien lediglich als zufällige beim Präparieren des Glyzerinauszuges unvermeidlich sich einfindende Verunreinigungen in Betracht kommen, deren Anwesenheit im Sporen- oder im vegetativen Zustande ohne Weiteres vernachlässigt werden kann.

Und nun zu meinen Versuchen!

Als Ausgangsversuch diente mir die Ölsynthese in der Mischung von Glyzerin (KAHLBAUM) mit reiner Oleïnsäure (MERCK) ohne Enzyme.

Im Laufe von mehreren Wochen blieb die Mischung so gut wie unverändert:

Versuch Ia.

Tag	18. IV.	29. V.	3. VI.	31. VII.
Säurezahl	44,3	44,17	43,4	41,28

Parallelversuch Ib.

Tag	18. IV.	29. V.	5. VII.
Säurezahl	53,18	52,2	52,3

Auf Grund dieser zwei Versuche können wir schließen, daß ohne Enzyme sozusagen keine Ölsynthese stattfindet.

Wir gehen nun zu den Versuchen mit dem Glyzerinauszug über.

Versuch II.

Glyzerinauszug aus trockenen Mohnsamen vom Vorjahre.

Tag	4. III.	6. III.	8. III.	24. III.	27. III.	7. IV.
Säurezahl	44,6	43,8	43,08	37,27	36,9	34,84
Tag	12. IV.	18. IV.	29. V.	3. VI.	21. VI.	14. VII.
Säurezahl	31,58	28,79	27,34	24,7	21,1	20,52

Die Ölsynthese geht also sehr glatt vor sich.

Um mich zu überzeugen, daß die Oleïnsäure wirklich an das Glyzerin gebunden wird, habe ich die Mischung am 8. VI. verseift. Die Verseifungszahl war 44,34, d. h. sie war gleich der ursprünglichen Säurezahl vom 4. III. (44,6).

Wurde die Mischung eine Stunde bei 100° im Dampfsterilisator sterilisiert, so blieb sie unverändert.

Tag	3. VI.	7. VI.	14. VII.
Säurezahl	23,18	24,0	23,96

Versuch III.

Glyzerinauszug aus trockenen unreifen Leinsamen (vom Vorjahr).

Tag	4. VII.	18. VII.	31. VII.	20. X.
Säurezahl	80,04	77,01	72,05	59,4

In der sterilisierten Probe blieb die Säurezahl wieder unverändert.

Tag	4. VII.	3. VII.
Säurezahl	35,62	35,28

Versuch II und III zeigen deutlich, daß der Glyzerinauszug eine Substanz enthält, die beschleunigend auf die Ölsynthese einwirkt. Diese Beschleunigung tritt noch anschaulicher im nächsten mit frischen Samen durchgeführten Versuche hervor, wobei die Samen direkt vom Felde zur Untersuchung verwendet wurden.

Versuch IV.

Glyzerinauszug aus frischen Mohnsamen 1911.

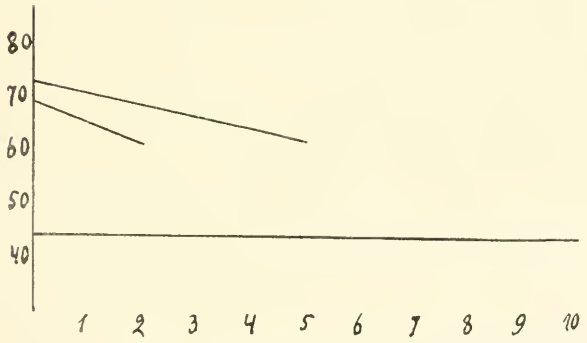
Tag	12. VIII.	14. VIII.	20. X.
Säurezahl	67,2	61,5	29,17

Versuch V. Leinsamen 1911.

Tag	28. VII.	5. VIII.	12. VIII.
Säurezahl	12,52	11,07	8,3

Versuch VI. Rapssamen 1911.

Tag	9. VIII.	11. VIII	14. VIII	20. X.
Säurezahl	71,9	67,0	62,3	60,77



Ölsynthese: Ordinate = Säurezahl.
Abszisse = Zeit in Tagen.
Untere Linie Versuch Ia ohne Fermente.
Mittlere „ „ IV } mit der
Obere „ „ VI } Lipase.

Gerade dieses Resultat mit den Rapssamen verdient besondere Betonung. Rapssamen enthalten nämlich nie Oleïnsäure, trotzdem aber wirkt das Ferment der Rapssamen auf diese Säure.

Die Ölbildung mit frischem Ferment in vitro geht sehr intensiv vor sich und erinnert an die Ölbildung in reifenden Samen.

In den bisherigen Versuchen kamen die Fermente stets in sehr konzentrierten Lösungen in Anwendung. Es wurden daher weitere Experimente mit schwachen Lösungen ausgeführt, die ca. 60—80 pCt. Wasser enthielten.

Versuch VII.

Glyzerinauszug aus Mohnsamen (VI) mit Mohnöl.

Tag	16. VII.	17. VII.	18. VII.
Säurezahl	14,4	16,8	23,8

Versuch VIII. Leinsamenauszug (V) mit Leinöl.

Tag	28. VII.	5. VIII.	14. VIII.
Säurezahl	16,41	20,34	24

Versuch IX. Material s. VIII.

Tag	5. VIII.	12. VIII.
Säurezahl	56,6	72,6

Versuch X. Glyzerinauszug aus Rapssamen (IV) mit Rapsöl.

Tag	9. VIII.	12. VIII.	14. VIII.
Säurezahl	1,74	2,18	2,87

In den Versuchen VII—X nimmt also die Säurezahl stets zu. Diese Versuche unterscheiden sich von den vorhergehenden nur durch die höhere Wassermenge und sprechen somit in ihrem Ausfall wieder für das Vorhandensein von Lipase, da bekanntlich Lipase in schwachen Lösungen zerspaltend wirkt.

Nun wurde durch wiederholte Fällung der Enzyme aus dem Glyzerinauszuge mit 96 proz. Alkohol eine graue Masse erzielt. Als ich sie nun mit Glyzerin zerrieb, wirkte sie mit Oleïnsäure im Sinne der Ölbildung. Doch wirkt diese Glyzerinlösung schwächer als der Glyzerinauszug der ursprünglichen, noch nicht mit Alkohol gefällten Lipase.

Versuch XI. Die Enzyme aus Mohnsamen.

Tage	2. VII.	14. VII.	1. VIII.	12. VIII.
Säurezahl	44,27	43,21	40,92	39,3

Damit kommen wir zu der folgenden Schlußfolgerung:

Dasselbe Enzym aus reifenden Samen vermag je nach den gegebenen Bedingungen synthetisch oder zerlegend zu wirken. Daher sind wir berechtigt, es ohne weiteres als Lipase zu bezeichnen.

Die nächste Frage lautet nun: Ist die Lipase der Keimlinge,

die normalerweise Öl zerstört, unter anderen Bedingungen imstande, Öl zu synthetisieren?

Zu diesem Zwecke stellte ich mir einen Glyzerinauszug aus Keimlingen von *Helianthus annuus* her und reinigte ihn einmal mit Alkohol. Der entstandene Niederschlag wurde mit Glyzerin zerrieben und mit Mohnöl aus unreifen Samen zu einer Emulsion vermischt. Die Konzentration der Mischung war sehr hoch. Diese Mischung blieb im Thermostaten bei 35° C stehen. Am nächsten Tage war die Säurezahl von 22,8 auf 17,71 gefallen.

Im Laufe eines Tages bindet also Lipase eine gewisse Menge freier Säuren des Mohnöls.

Wir sind daher auf Grund unserer Untersuchungen überzeugt, daß die letzte Phase der Ölbildung in den Samen unter Vermittlung eines Fermentes vor sich geht.

Dieses Ferment ist nichts anderes als die Lipase, die in konzentrierten Lösungen synthetisch, in schwachen Lösungen zerspaltend zu wirken vermag.

Danach erhält also die Hypothese von VAN'T HOFF über die Identität der Fermente, die entgegengesetzte Reaktionen auslösen, durch unsere Untersuchungen eine weitere Stütze, nachdem sich schon CROFT HILL, BAYLISS und H. EULER entschieden für sie ausgesprochen hatten.

Damit ist eine entsprechende Parallele zu anderen pflanzlichen Synthesen, wie die des Rohrzuckers, der Stärke, der Eiweißsubstanzen usf. gegeben, für die man die Mitwirkung von Fermenten schon kennt.

Es scheint uns, daß die Anwesenheit von Enzymen in den verschiedenen Entwickelungsstadien der Pflanze: bei der Keimung, dem Reifungsprozesse der Samen, im Laufe des vegetativen Lebens speziell nach der ökonomischen Richtung eine hervorragende Rolle spielt.

Die Tiere, die auf der Wiese weiden, die Raupe, die das Blatt zerfrißt, der Mensch, der rohes Obst verzehrt, nehmen mit den Nährstoffen auch die Enzyme auf. Die Enzyme verändern die Nährstoffe und beschleunigen auf solche Weise die Verdauung.

Die Pflanze bereitet nicht nur die Nahrung für die Tiere vor, sie gibt dieser Nahrung auch noch die Fermente mit, die zur vollständigen Assimilation beitragen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. HANS MOLISCH für das rege Interesse, das er meinen Untersuchungen

entgegenbrachte und für seine Ratschläge meinen verbindlichsten Dank auszudrücken. Desgleichen bin ich Herrn Privatdozenten Dr. O. RICHTER für seine vielfache Unterstützung zu großem Danke verpflichtet.

Literatur.

FR. ARMSTRONG, Proceed. Roy. Soc. 1905. 76 B. 592.

W. M. BAYLISS, Das Wesen der Enzymwirkung. 1910. 35.

H. EULER, Allgemeine Chemie der Enzyme. 1910. 188.

HAMSIK, Reversible Wirkung der Darmlypase. Zeitschr. f. Physiol. Ch. 1909. 59. 1.

HANRIOT, Sur la reversibilité des actions diastasiques. Compt. Rend. 132. 212.

I. H. VAN'T HOFF, Zeitschr. für anorgan. Chemie. 1898. 18.1.

S. IVANOW, Über den Stoffwechsel beim Reifen ölhaltiger Samen mit besonderer Berücksichtigung der Ölbildungsprozesse. Beih. z. Botan. Centr. 1911 und Annal. de l'Institut agr. de Moscou. 1911.

KASTLE und LOEWENHARDT. On Lipase, the Fat-splitting Enzyme and the Reversibility of its Action. Amer. Chem. Journ. 1900. 24 491.

HENRI POTTEVIN, Sur la reversibilité des actions lypolytique. Compt. Rend. 136. 1152.

Dr. AD. WELTER, Beitrag zur Kenntnis der Reversibilität der Enzymwirkung. Zeitschr. für angew. Chemie. 1911. 385.

Sitzung vom 24. November 1911.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Tröndle, Dr. **Artur,** Privatdozent und 1. Assistent am botanischen Institut in **Freiburg i. B.,** Deutschordenstr. 7 (durch F. OLTMANNS und H. KNIEP),

Lieske, Dr. **Rudolf,** 2. Assistent am botanischen Institut in **Freiburg i. B.,** Rheinstraße (durch F. OLTMANNS und H. KNIEP),

Munk, Dr. **Max,** 3. Assistent am botanischen Institut in **Freiburg i. B.,** Oberau 29 (durch F. OLTMANNS und H. KNIEP),

Sommerstorff, Hermann, in **Wien III/3,** Richardgasse 11, I (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Ludwigs, Dr. **Karl,** Assistent an der K. Biol. Anstalt zu **Dahlem-Berlin** (durch K. v. GOEBEL und O. APPEL), und

Fräulein

Riß, Marie Marthe, stud. rer. nat. in **Straßburg i. E.,** Botan. Institut (durch L. JOST und E. HANNIG).

Herr E. KOEHNE sprach über die geographische Verbreitung der Kirschen: *Prunus* Subgen. *Cerasus*. Er deutete kurz an die von ihm begründete neue Einteilung der Kirschen in dreiachsige *(Typocerasus)* und vierachsige *(Microcerasus)* Arten. Diese Einteilung war, mit vielen neuen Sektionen und Subsektionen, notwendig geworden durch die Aufstellung von 55 neuen Arten aus China, von denen wir 36 allein den Sammlungen E. H. WILSONS (1907—1908 und 1910) aus Setschuan und Hupe verdanken. Die Zahl der bekannten *Cerasus*-Arten hat sich auf 118 gesteigert. Vortragender erläuterte die geographische Verbreitung der Kirschen durch graphische Darstellungen, auf denen die Anzahl der jedem größeren Gebiet oder jeder chinesischen Provinz zukommenden Arten durch einen senkrechten farbigen Streifen von einer der Artenzahl entsprechenden Länge veranschaulicht war. Den Arten, die in mehr

als einem Gebiet oder einer Provinz vertreten sind, entsprachen Querverbindungen zwischen den farbigen Streifen. China allein birgt 73 Arten, von denen es nur sehr wenige mit Nachbargebieten gemeinsam besitzt, und von denen in Setschuan und Hupe allein 52 vorkommen. Ostasien von Osttibet ab beherbergt 96 Kirschenarten, wovon 94 daselbst endemisch sind und nur eine auch im Himalaja und Westasien, eine vom Himalaja bis in die Mittelmeerländer verbreitet ist.

Zur Vollendung seines 70. Lebensjahres widmete der Vorstand unserem Ehrenmitgliede, Herrn Prof. Dr. EUG. WARMING in Kopenhagen, folgende Adresse:

Hochgeehrter Herr Professor!

Die Kunde, daß Sie Ihren 70. Geburtstag feiern, ist erst verspätet zu uns gedrungen. Sie hat uns überrascht; denn nach Ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit, die an Frische und Reichtum so viele Jüngere beschämt, ließ nichts darauf schließen, daß Sie schon in das achte Jahrzehnt Ihres Lebens eingetreten sind!

Kommt so unser Glückwunsch auch etwas post festum, so ist er doch nicht minder herzlich und aufrichtig als die, welche Ihnen schon der festliche Tag selbst gebracht hat. Es ist eine Freude, Ihr bisheriges Lebenswerk im Dienst unserer Wissenschaft uns heute vergegenwärtigen zu dürfen. Aber Ihre Arbeit ist eine so reich gesegnete und vielseitige gewesen, daß es nicht leicht ist, sie zu überblicken.

Zwei Richtungen sind es, in denen Sie Großes geleistet haben: auf dem Gebiete der Morphologie und dem der Ökologie und Pflanzengeographie.

In morphologischer Richtung verdanken wir Ihnen grundlegende Untersuchungen auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte im weitesten Sinne. Sie haben die Art der Verzweigung bei den Phanerogamen, die Blütenentwicklung der Compositen, die Entwicklung der Samenanlagen mit einer Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit erforscht, der wenig zur Seite zu stellen ist; Ihre langjährigen Untersuchungen über die Podostemaceen sind grundlegend geworden für die nähere Kenntnis und das Verständnis dieser so merkwürdigen Pflanzengruppe.

Auch die Struktur des fertigen Pflanzenkörpers haben Sie vielfach anatomisch erforscht. Aber Sie waren nie ein einseitiger Mikroskopiker. Der Wechsel der Gestaltungsverhältnisse im Lebens-

cyklus der Planzen hat Sie frühzeitig schon angezogen, namentlich die Lehre von der Sproßfolge haben Sie vielfach bereichert und mit schönen Abbildungen erläutert.

Ebenso haben Sie die Beziehungen zwischen Gestaltung und Lebensweise der Pflanzen und die Bedingungen ihrer geographischen Verteilung in den Tropen und in ihrem Heimatlande mit dem größten Erfolge erforscht. Ihre Ökologie der Pflanzen, Ihre Abhandlungen über die Vegetation von Lagoa Santa, über die von Grönland und Dänemark sind klassisch geworden und haben weithin Wirkung ausgeübt.

Mit all dieser reichen Arbeit, der sich auch systematische und floristische Untersuchungen anreihten, ging aber noch eine nicht minder erfolgreiche Lehrtätigkeit Hand in Hand. Sie haben eine Schule hervorragender jüngerer Botaniker herangezogen, und Sie haben durch Ihre vortrefflichen Lehrbücher das Studium der Botanik weit über die Grenzen Ihres Landes hinaus gefördert und belebt.

Die Deutsche Botanische Gesellschaft nennt Sie mit Stolz ihr Ehrenmitglied. Sie wünscht Ihnen herzlich Glück zu dem, was Ihnen das Leben bis jetzt gebracht hat und hofft, daß Ihnen noch lange Jahre erfolgreicher Weiterarbeit beschieden sein mögen.

Berlin, im Dezember 1911.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft:

S. Schwendener. K. v. Goebel. R. Conwentz. M. O. Reinhardt. I. Urban. J. Behrens. G. Lindau. E. Jahn. P. Lindner. O. Appel.

Mitteilungen.

80. F. Brand: Über die Siphoneengattung Chlorodesmis.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 8. November 1911.)

Die Gattung *Chlorodesmis* mit dem Typus *Chl. comosa* ist bekanntlich zuerst von HARVEY[1]) publiziert worden. Die Angaben dieses Autors genügten aber nicht zur sicheren Identifizierung, so daß von späteren Forschern ganz verschiedene Algen als *Chlorodesmis* und speziell als *Chl. comosa* bezeichnet worden sind. Schließlich haben MURREY und BOODLE *Chl. comosa* als eine unvollständig entwickelte Form von *Avrainvillea* aufgefaßt und sie *A. comosa* benannt. Die folgenden Systematiker haben sich dieser Auffassung im allgemeinen angeschlossen, so daß dann eine selbständige Gattung *Chlorodesmis* in der Literatur nicht mehr existierte.

Da diese Verhältnisse vor kurzem in einer sehr verdienstvollen Monographie[2]) ausführlich dargestellt worden sind, dürfte vorstehender Hinweis genügen, und ich möchte nur noch hervorheben, daß MURRAY und BOODLE die Kenntnis ihrer *A. comosa* durch nähere Angaben über deren Struktur entschieden gefördert hatten.

Andrerseits ist in der zitierten Monographie[3]) auseinandergesetzt, daß die systematische Auffassung der vorgenannten Autoren nicht haltbar sei, indem noch kein Beweis vorliege, daß *Chl. comosa* jemals ihre büschelige Gestaltung aufgegeben und einen höher organisierten Habitus, sei es von *Avrainvillea* oder einer anderen Siphoneengattung angenommen habe.

Die Autoren GEPP, welchen Originalexemplare HARVEYs zur Verfügung standen, haben mit dieser Feststellung das Genus *Chlorodesmis* wieder zur Geltung gebracht; die ursprüngliche Diagnose wurde hierbei aber nicht nur vervollständigt, sondern auch in einem wesentlichen Punkte verändert.

1) HARVEY, W. H., Nereis Boreali-Americana Part III in Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. X. Washington 1855.

2) A. a. E. S. GEPP, The *Codiaceae* of the Siboga-Expedition, including a Monograph. of Flabellarieae and Udoteae. Leyden, Februar 1911.

3) GEPP, l. c. S. 13—14.

Während HARVEY[1]) seiner *Chlorodesmis* einen „schwammigen Stiel" obligatorisch zuschreibt, dieses Gebilde sogar als den greifbarsten (most tangible) Charakter der Gattung erklärt, und seine zweite *Chl.*-Art (*vaucheriaeformis* = *Derbesia vaucheriaeformis* Farlow) mit einem Fragezeichen versieht, weil ihr Stiel „obsolete" sei, sitzt *Chlorodesmis* nach GEPP meist auf einer filzigen Basis und hat nur „oft einen scheinbaren (spurious) Stiel".

Dieser Unterschied fällt um deswillen ins Gewicht, weil, wie bei den Siphoneen überhaupt, so speziell bei den Udoteae Wille (= Udoteae + Flabellariceae Gepp) gerade die makroskopische Form des Thallus ein wichtiges Kennzeichen zur Unterscheidung der Gattungen abgibt.

Deshalb darf zur Vermeidung von Mißverständnissen die rehabilitierte Gattung *Chlorodesmis* nicht einfach mit den Autornamen BAILEY et HARVEY bezeichnet werden, sondern sie muß nebstdem den Beisatz „emend. A. et E. S. GEPP" führen.

Durch diese Wiederherstellung und Änderung des Gattungsbegriffes hat sich auch jene Sachlage erheblich verändert, auf deren Grund ich im Monate März dieses Jahres, d. i. zu einer Zeit, zu welcher der Inhalt der im Februar erschienenen Monographie noch nicht in weiteren Kreisen bekannt war, zur Aufstellung einer neuen Gattung (*Rhytisiphon*)[2]) veranlaßt wurde, da eine mir vorliegende Alge in keines der damals anerkannten Genera hineinpaßte.

Nachdem mir mittlerweile durch die dankenswerte Freundlichkeit des Herrn A. GEPP seine Arbeit früher bekannt geworden ist, als das außerdem der Fall gewesen wäre, will ich nicht säumen, meine Publikation in Einklang mit dieser Monographie zu bringen.

Zunächst konnte ich mich in Übereinstimmung mit dem genannten Herrn überzeugen, daß zwischen *Chl. comosa* Gepp und *Rh. tahitense* nob. eine gewisse Ähnlichkeit besteht. Einer vollständigen Gleichwertigkeit stehen jedoch schon die in der ersten Beschreibung meiner Alge erwähnten vegetativen Dreiteilungen entgegen, von welchen bei *Chlorodesmis* nichts bekannt ist; sodann die klebrige Beschaffenheit der Membran. HARVEY hat auf diese Verhältnisse geachtet, denn er bezeichnet die Membran seiner zweiten Spezies (*Chl.? vaucheriaeformis*) als „etwas gallertig (sub-

1) HARVEY, l. c. S. 30.

2) BRAND, F., Über einige neue Algen aus Neuseeland und Tahiti. Ber. D. Bot. Ges. 1911. Bd. XXIX S. 138 u. f. mit Taf. VII.

gelatinous)", während er bei *Chl. comosa* nichts dergleichen bemerkt, ebensowenig wie die folgenden Autoren. Ferner erreicht

***Chlorodesmis tahitensis* comb. nov.**

1. Basalteil mit Rhizoiden.
2. Zwei Fäden mit abnorm kurzen Endästen.
3. Zwei außergewöhnlich nahe aneinander gerückte Dichotomien.
4. Dreiteilung, welche aus zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Dichotomien entstanden zu sein scheint.
5—7. Deutliche Trichotomien vegetativer Fäden.

unsere Alge — soweit aus dem vorliegenden Materiale zu schließen ist — nur die halbe Größe von *Chl. comosa* und bewohnt ruhigeres

Wasser (in shallow bay nach J. TILDEN), während letztere nach HARVEY „in the extreme outer edge of reef" der Brandung trotzt.

Um zu möglichst sicheren Schlußfolgerungen zu gelangen, habe ich mein Material wiederholt einer eingehenden Untersuchung unterzogen und die Aufmerksamkeit zunächst den morphologischen Verhältnissen der Abzweigung zugewendet. Das erste Stadium einer Zwei- oder Dreiteilung ist mir auch diesmal nicht zur Ansicht gekommen, so daß wir uns bezüglich der Auffassung als Dichotomie oder Trichotomie nur auf das Aussehen der ausgebildeten Abzweigungen stützen können, die Frage nach deren Entstehungsweise aber offen lassen müssen.

Nur für die Beurteilung der in meiner zitierten Arbeit abgebildeten Art von Dreiteilung haben gewisse nachträglich aufgefundene Abnormitäten einen Fingerzeig gegeben. Die Scheinglieder unserer Alge sind in der Regel sehr lang, können aber auch an den vegetativen Fäden ausnahmsweise so stark verkürzt sein, wie in unserer Figur 3 abgebildet ist. Denken wir uns diese Reduktion des Zwischenstücks noch weiter geführt, so gelangen wir zu trichotomieähnlichen Bildungen[1]), welche ihrem Wesen nach als das Produkt zweier unmittelbar aufeinander folgender Zweiteilungen aufgefaßt werden können.

Nun hat aber die Revision ergeben, daß bei unserer Alge auch deutliche Trichotomien vorkommen und zwar nicht nur — wie bei *Chl. comosa* GEPP[2]) — im basal-rhizoidalen Abschnitte, sondern in jeder Höhe, bis zur Terminalverzeigung (vgl. unsere Figuren 2, 5—7). Nach solchen Trichotomien muß man oft längere Zeit suchen; hat man aber die erste gefunden, so pflegen sich bald noch mehrere zu zeigen, so daß sie in den Räschen ziemlich ungleich verteilt zu sein scheinen. Dieser Befund ist deshalb von Bedeutung, weil in der ganzen Gruppe der Flabellarie bisher fast ausschließlich Dichotomien angegeben sind, nur mit Ausnahme der Gattung *Boodleopsis*, bei welcher nach GEPP gleichfalls vegetative Trichotomien vorkommen.

Ein mehr gradueller Unterschied zwischen den beiden Algen besteht darin, daß die moniliforme Querrunzelung an den aufrechten Fäden von *Rh. tahitense* auffälliger und verbreiteter zu sein scheint als an jenen von *Chl. comosa*, daß sie an beliebigen Stellen auftreten kann, und sich bisweilen, besonders in den gelb-

1) BRAND, l. c. Taf. VII Fig. 3 u. 4 und Fig. 4 dieser Arbeit.
2) GEPP, l. c. General introduction p. 3.

lichen Partien der Räschen, über den ganzen Faden bis zur Spitze erstreckt (Fig. 2 u. 3).

Ferner ist das Rhizoidsystem unserer Alge feiner und reichlicher verzweigt als bei *Chl. comosa*, welcher die Monographie[1]) einfachere und derbere Rhizoide zuschreibt. Dieser Unterschied ist aus meiner ersten Arbeit[2]) noch weniger ersichtlich, denn er stellte sich erst deutlich heraus, nachdem ich den früher nur in destilliertem Wasser aufgeweichten Wurzelfilz einige Zeit in verdünnte Kalilauge eingelegt hatte. Nun gelang die Herstellung besserer Präparate, deren eines in unserer Fig. 1 dargestellt ist.

Da zur vollständigen Kenntnis einer Pflanze auch die Berücksichtigung der Monstrositäten von Nutzen ist, gebe ich in Fig. 2 u. 3 die Abbildung von (pathologisch?) gelblich gefärbten Endästen, welche im Wachstum erheblich zurückgeblieben sind und bemerke schließlich, daß vereinzelte Ringeinschnürungen ausnahmsweise auch in größerer Entfernung von den Abzweigungen vorkommen können, wie das bei *Flabellaria minima* (Ernst) Gepp als Regel angegeben ist.

Aus der Vergleichung vorstehender Tatsachen scheint mir hervorzugehen, daß unsere Alge, wenn sie auch nicht mit der Spezies *Chl. comosa* identifiziert werden kann, doch recht wohl in der Gattung *Chlorodesmis* Bail. et Harvey emend. A. et E. S. Gepp unterzubringen ist. Der Umstand, daß die vegetativen Fäden der bisher bekannten *Chl.*-Arten sich nur dichotomisch teilen, scheint mir dem nicht entgegenzustehen, da letztere Verzweigungsart ja auch in unserem Falle die häufigere ist und die Trichotomien als Merkmal einer neuen Artkombination: *Chl. tahitensis* verwertet werden können. Die Gattung *Rhytisiphon* ist somit wieder einzuziehen.

Da die Artdiagnose in lateinischer Sprache gegeben werden muß, gestatte ich mir, zur Übersichtlichkeit auch jene der Gattung nach Gepp in entsprechender Übersetzung voranzuschicken.

Chlorodesmis **Bailay et Harvey emend. A. et E. S. Gepp.** l. c. p. 13

Planta matura ut plurimum inferne tomentosa, saepe stipitem spurium, colore destitutum formans et superne fasciculum filorum liberorum, viridium, calce non obductorum, rectorum, penicilli, modo radiantium exhibens; filamenta in inferiore parte irregulariter plusminus constricta, ramos appropinquatos emittentia, radicellifera et colore destituta; in parte superiore cylindrata, viridia, flaccida, remote dichotomice ramificata, ad ramorum basim constricta.

1) Gepp, l. c. S. 15 unten und Taf. VIII Fig. 69 u. 70.
2) l. c. Taf. VII Fig. 8.

***Chl. tahitensis* comb. nov.** (*Rhytisiphon tahitense* Brand olim).

Chl. caespitosa, altitudinem 3 cm vix superans, e solea tomentosa rhizoidali ascendens, basi stipitiformi nondum visa; filis erectis viridibus, his 60 μ, illis usque ad 90 μ crassis, ut plurimum subaequalibus, haud raro passim vel funditus moniliformi modo rugosis et nonnulla parte ad 120 μ inflatis, dichotomias nec non trichotomias remotas formantibus; ramis filo matricali fere aequicrassis; apicibus obtusis, saepius subclavatis; constrictionibus ramorum geminorum basalibus (saltem binarum una) aliquid supra angulum situatis, sed nunquam in eadem altitudine; membrana tenui, superficiem subglutinosam praebente.

Hab. in sinu vadoso insulae Tahiti, leg. J. Tilden.

81. A. Osterwalder: Über eine neue auf kranken Himbeerwurzeln vorkommende Nectria und die dazu gehörige Fusarium-Generation.

(Mit Tafel XXII.)

(Eingegangen am 10. November 1911.)

Im verflossenen Sommer fielen im Himbeerquartier der Schweiz. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau eine Reihe von Himbeerpflanzen der Sorte „Baumforths Sämling“ durch spärliches Wachstum der Fruchttriebe auf. Weder an den Trieben noch an den Blättern machte sich eine Krankheit bemerkbar, auf die etwa die Wachstumshemmung zurückgeführt werden konnte. Beim Ausgraben der Pflanzen am 10. August wiesen die Wurzeln dann aber ohne Ausnahme sporadisch verteilte violettfarbene Flecken an der Oberfläche auf, die wir auf den ersten Blick auf *Rhizoctonia violacea* zurückführten, welcher Pilz ja bekanntlich bei einer Reihe von Kulturpflanzen als Wurzeltöter bekannt ist. Die mikroskopische Prüfung zeigte, daß dem nicht so war, daß die violettgefärbten Stellen von den Sporenlagern einer *Fusarium*-Spezies herrührten. Nach Rabenhorsts Kryptogamen-Flora Bd. I, IX. Abteilung, Abschnitt *Fusarium*, welcher, von Lindau bearbeitet, erst vor wenigen Jahren erschien, kommt ein *Fusarium tuberculariodes* (Corda) an faulenden Ästchen von *Rubus idaeus* vor, das purpurrote Fruchtlager bildet. Abgesehen von der Farbe der Sporodochien stimmt auch die sonstige Beschaffenheit der Konidiensporen nicht

mit derjenigen unseres Wurzelfusariums. Dann vermuteten wir, *Fusarium coeruleum* (Lib.) mit den „weit ausgebreiteten, angenehm violettblauen Fruchtlagern" (nach Lindau) vor uns zu haben. Wie sich's aber mit diesen violettgefärbten Fruchtlagern verhält, haben Appel und Wollenweber in der wertvollen Arbeit „Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (Link)[1]) gezeigt, wo die beiden Forscher durch sorgfältige Kulturversuche nachwiesen, daß nicht das Fruchtlager sich violett färben, sondern das Mycel eine veilchen- bis indigoblaue Farbe annehmen kann, während die Konidien eine gelbliche bis ockergelbe Farbe aufweisen sollen. Im übrigen stimmten auch die Größenverhältnisse und sonstige Beschaffenheit der Sporen nicht mit denjenigen des in Frage stehenden Pilzes, so daß es nicht möglich war, das gefundene *Fusarium* mit einem schon bekannten zu identifizieren, was uns veranlaßte, den Pilz etwas genauer zu studieren, um so mehr, als es für uns keine Frage ist, daß dieses *Fusarium* wohl im ursächlichen Zusammenhang steht mit dem Serbeln der Himbeerpflanzen.

Nachdem die erkrankten Wurzeln in feuchte Kammern gebracht wurden, d. h. in Doppelschalen, die inwendig mit feuchtem Filtrierpapier ausgeschlagen sind, tauchten neben den violettgefärbten Fruchtlagern auf der Rinde noch weiße Häufchen auf mit $^1/_2$—1 mm Durchmesser, die sich nach einer Reihe von Tagen ebenfalls violett färbten. Die Sporen, direkt den violett gefärbten Sporenlagern der frisch ausgegrabenen Wurzeln entnommen, waren schwach sichelförmig gebogen, nach der Scheitelseite hin schwach keulenförmig verdickt, an den beiden Enden abgerundet und meist 3fach septiert (Fig. 10). Sie zeichneten sich durch große Gleichmäßigkeit aus in Form, Größe und Septierung. Was speziell die Größenverhältnisse anbetrifft, so maßen wir 3fach septierte Sporen von 42,5 μ—53 μ Länge und von 7,8 μ Breite, wobei wir unter Länge in Übereinstimmung mit Appel und Wollenweber den direkten Abstand zwischen den beiden Enden und unter Breite die größte Breite der Spore verstehen. Die Sporen von den einige Tage in der feuchten Kammer gelagerten Wurzeln zeichneten sich durchwegs durch etwas größere Längenmaße aus, sowie durch die Neigung zu höherer Septierung. Es traten jetzt häufiger auch 4- und 5fach septierte Sporen auf neben denjenigen mit 3 Septen. In der Länge schwankten sie zwischen 53,2 μ (3 Septen) und 61,2 μ (4 Septen). In der Breite variierten sie zwischen 6,6 μ bis

1) Sonderabdruck aus „Arbeiten aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft", Bd. VIII, Heft 1, 1910.

7,9 μ. Neben den 3—5fach septierten Sporen fanden sich auch vereinzelte mit nur 2 Septen. Einzelne Sporen von normaler Länge waren sodann gar nicht septiert. Der Inhalt sämtlicher Sporen war stark vakuolig.

Deuteten schon die Sporen auf die Gattung *Fusarium*, so geschah dies auch durch die Sporenträger. Jedes Sporenlager setzt sich zusammen aus einzelnen Sporenträgern, die von dickeren Mycelfäden, den Traghyphen, entspringen. Die unteren Glieder der Hauptachse jedes Konidienträgers sind kurz und dick, stark gestaucht; ihre Zellwände oft von gelblicher Farbe. Die oberen verzweigen sich derart, daß von ihnen 2 oder 3 Äste ausgehen, die sich wieder in ähnlicher Weise gabeln und zuletzt in den Sterigmen mit den Sporen endigen (Fig. 13 u. 14), so daß ein solches Konidienträgersystem sich aus 2—3 Etagen zusammensetzt, von denen jede wieder 2—3fach gegabelt ist. Die Sterigmen, d. h. die obersten Zweige, die die Konidiensporen tragen, sind von zylindrischer bis spindelförmiger Gestalt, die kürzeren ca. 15 μ lang und ca. 2,6 μ breit, die längeren meist etwa doppelt so lang und einfach septiert. Was die Farbe der Konidien anbetrifft, so sind dieselben in den weißen wie in den violett gefärbten Sporodochien farblos, in den letztern befinden sich aber noch solche, die teilweise eine violette Farbe aufweisen, d. h. einzelne abgestorbene Zellen der Konidien, deren Plasmaschlauch zusammengezogen und violett erscheint, während die Zellwand farblos ist (Fig. 11). Die eigenartige Färbung der Sporodochien rührt aber weniger von diesen partiell gefärbten Konidien her als von dem Farbstoff der tiefer liegenden Schichten, den amorphen violett gefärbten stäbchenförmigen oder kugeligen Gebilden, die sich in der Region der untern gestauchten Glieder der Hauptachse und in der Nähe der Traghyphe, an der Basis der Sporodochien finden. Das Mycel ist nicht gefärbt. Die Sporen keimen im Wasser leicht und bilden innerhalb 24 Stunden schon kräftige Keimschläuche. Meist keimen sie an den beiden Enden oder auch aus jeder Zelle der Spore.

Reinkulturen wurden sowohl aus den Konidiensporen als auch aus dem Mycel der vom Pilz durchwucherten Wurzeln gewonnen. Dabei zeigte sich wieder, worauf APPEL und WOLLENWEBER in der zitierten Arbeit schon aufmerksam machten, daß die Kulturen, von dem Sporenmaterial gewonnen, größere Neigung zur Sporenbildung besaßen als diejenigen aus dem Mycel, was bei wiederholten Kulturen immer wieder zutage trat. Noch ein anderer Unterschied fiel deutlich in die Augen; die Kulturen, aus den Sporen gewonnen, erzeugten bedeutend mehr Luftmycel als die

Mycelkulturen, deren Mycel mehr zum immersen Wachstum neigte. Als Nährsubstrat diente 15proz. Gelatine, der als Nährstoff ca. 7 pCt. Himbeerwurzeldekokt zugesetzt wurde. Die aus den Sporen wie aus dem Mycel gewonnenen Kulturen verflüssigten die Gelatine in ziemlich erheblichem Grade, so daß dieselben in den Petrischalen bei senkrechter Haltung sich leicht auf der Unterlage verschoben. Bei der Sporenkultur bildeten sich zunächst an der Infektionsstelle, also im Zentrum der Kultur, die Sporodochien von gelblichweißer Farbe; später entstanden solche auch in konzentrischen Zonen. In der ersten Gelatinekultur wiesen die Sporen meist 3 Septen auf, nur ausnahmsweise 4. In der Länge schwankten sie zwischen 34,5—47,8 μ, während in der Breite mehr Einheitlichkeit zutage trat. Die größte Breite betrug durchwegs 5,2 μ. Das Wachstum auf dem künstlichen Nährsubstrat war also, nach der Entwicklung der Sporen zu schließen, im Vergleich zu demjenigen auf den Wurzeln kein normales; in den späteren Gelatine-Kulturen wurde das Wachstum, wenigstens dasjenige der Sporen, noch mehr beeinträchtigt. Nur ein Septum in der Spore wurde beinahe Regel, deren 2 kamen nur ausnahmsweise vor. Länge 26,6 μ—31,9 μ; Breite 5,2 μ (Fig. 12). Das Mycel auf den künstlichen Substraten erscheint gelblichweiß, welche Farbe gegen das Alter hin noch etwas nachdunkelt. Sehr oft fielen einzelne Zellen der Myceläden durch blasen- oder keulenförmige Anschwellungen auf, wie wir solche auch von anderen Fusarien her kennen, z. B. von *Fusarium putrefaciens*. Dann trat auch hier wieder wie seinerzeit bei den Kulturen von *Fusarium putrefaciens* beim Altern der Kultur in den Fäden eine stark fettige Degeneration auf, indem die Zellen sich mit großen und kleinen Fettkugeln füllten. Die dicksten Fäden erreichten eine Breite von ca. 7,8 μ; unterhalb dieser Grenze sodann fanden sich alle Übergänge.

Überall zerstreut traten an den Lufthyphen die sog. falschen Sporenköpfchen auf, d. h. an sterigmenartigen Verzweigungen der Lufthyphen schnürt sich Spore um Spore ab, die miteinander im Zusammenhange bleiben und schließlich ein Köpfchen bilden. (Fig. 15.) Chlamydosporenbildung beobachteten wir weder auf den Wurzeln der Himbeeren noch in den künstlichen Kulturen.

Reinkulturen wurden ferner auch auf Kartoffelscheiben und ausgereiften Kartoffelstengelstücken hergestellt. Beide Substrate wurden mit etwas Wasser am Boden des Kulturröhrchens wiederholt bei ca. 110 ° jeweils $^1/_2$ Stunde lang sterilisiert. Das Wachstum auf den Kartoffelstücken war aber kein freudiges. Die geimpfte Fläche überzog sich allmählich mit dichtem Mycel, das

schließlich ein pelzartiges Aussehen erhielt und um die Infektionsstelle herum sich gelblich färbte, während es gegen den Rand hin mehr weiß erschien. Während der Pilz das Innere der Kartoffel durchwuchert, bildet er auf der Außenseite desselben ein pseudoparenchymatisches oder plektenchymatisches Gewebe, in dem die alten leeren Zellen sich grünlichgelb färben; daher die gelbliche Verfärbung der älteren Partien der Kultur. Viele Mycelfäden sind kolben- oder blasenförmig angeschwollen und oft zu Bündeln vereinigt. Die Kultur auf diesen Kartoffelstücken fiel sodann durch die geringe Neigung zur Sporenbildung auf. Die wenigen Sporen mit meist nur 1 oder 2 Septen und ihre geringen Dimensionen (Länge 10,6—26 μ; Breite 3,9—5,3 μ) weisen wiederum auf ein ungünstiges Nährsubstrat hin. Im Gegensatz hierzu tritt auf den Kartoffelstengeln reichliche Sporodochienbildung auf. An zahlreichen Stellen treten schleimige, größere und kleinere, weißliche bis buttergelbe Sporenhaufen auf, einzeln oder mehrere beisammen, ähnlich den Perithecienhäufchen einer *Nectria*, die beim weiteren Wachstum miteinander verschmelzen können. Im oberen trockenen Stengelteil nehmen die Sporodochien mit dem Alter eine bräunliche bis braunrötliche Färbung an. Vereinzelte Sporodochien wachsen mehr in die Länge, sind mehr zäpfchenartig, 1 bis 2 mm lang. Die Sporen besitzen meist 1—2, selten 3 Septen, sind 29.2—42,5 μ lang, 5,3—5,9 μ breit. Das Mycel ist an der Oberfläche der Stengelhaut nicht sehr üppig ausgebildet; im mittleren Teil des Stengelstückes ist sozusagen trotz der vielen Sporenlager fast keines, während an den beiden Enden sich reichlich Luftmycel entwickelt, wieder mit ganzen Bündeln von Hyphen und mit Plektenchymen, auf denen eine große Anzahl sphärokristallartiger Gebilde von goldgelber Farbe lagern, die bei der Behandlung mit konzentrierter Salzsäure unter Gasentwicklung sich lösen. Auch einzelne Hyphen sind mit linsenförmigen gelben Krystallen bedeckt, die sich gegenüber der Salzsäure gleich verhalten. Das Innere der Stengel war vom Pilz ganz durchwuchert.

Auf den Wurzeln gesunder Himbeerpflanzen, die wir in ca. 2 cm lange Stücke schnitten und wiederholt bei 110 ° sterilisierten, war das Wachstum innerhalb des Holzes sowohl als auch an der Oberfläche ein sehr üppiges. In kurzer Zeit entstanden Sporenlager, namentlich auf den Schnittflächen, die davon ganz bedeckt wurden, während in der Rinde die Sporodochien in $^1/_2$—1 mm langen Häufchen zwischen den Rindenrissen auftauchten, zuerst von weißlicher Farbe, die später in ockergelb umschlug. Auch die zunderartigen Überzüge an den Schnittflächen, die zusammen-

hängenden Sporenlager, färbten sich mit der Zeit mehr dunkelgelb, was vom Holz und dessen wässerigem braunrotem Auszug herrühren mag. Die Mehrzahl der Sporen waren Triseptaten; dann waren auch solche mit 4 Septen vorhanden, wenige nur mit 2 oder 1. Im Längsdurchmesser variierten sie von 18,6 μ (mit 2 Septen) bis 42,5 μ (3 und 4 Septen). Die große Mehrzahl maß 5.2 μ in der Breite.

Wenige Tage nun, nachdem eine Anzahl erkrankter Wurzeln in die feuchte Kammer verbracht worden, wuchsen aus den weiß und violett gefärbten Sporodochien gelbgrüne Kügelchen, die mit der Zeit eine rubinrote Farbe annahmen und stark an die Perithecien von *Nectria ditissima* erinnerten. Es tauchten Perithecien auf, herdenweise oder nur vereinzelt, die wir nach ihrem örtlichen Auftreten mit dem eben beschriebenen *Fusarium* im Zusammenhang vermuteten (Fig. 1). Können wir doch gerade auch bei der *Nectria ditissima* das Herauswachsen der Perithecien aus den Konidienrasen hier und da beobachten. Das einzelne Perithecium ist kahl, hat die Form einer rundlichen Zitrone (Fig. 2), entspringt einem filzigen Hyphengeflecht, das meist noch viele Konidiensporen trägt. Oben ist das Perithecium abgeplattet, etwas eingesenkt und mündet in ein papillenartiges Ostiolum. Im Verlauf von 8–14 Tagen können wir dann bei einzelnen Perithecien, namentlich bei stark schwankenden Feuchtigkeitsverhältnissen, aus dem Ostiolum ein weißes würmchen- oder rankenartiges Gebilde austreten sehen, die Ascosporenmasse. Der Längsdurchmesser der Perithecien mißt ca. 500 μ, die Breite ca. 430--460 μ. Die Asci sind ca. 106—119 μ lang, keulenförmig, oben ca. 10 μ breit, unten 5—7 μ (Fig. 6). In den Schläuchen können die Sporen, deren immer 8 sind, ganz einreihig sein oder nur in der unteren Hälfte, während gegen den Scheitel des Schlauches hin die Sporen oft zweireihig liegen. Die Ascosporen sind farblos, hyalin, zweizellig; doch sind die beiden Zellen oft nicht gleich, die beiden Hälften mit den 2—3 stark lichtbrechenden Fetttropfen nicht symmetrisch; manchmal ist eine schwache Einschnürung der Spore in der Scheidewandgegend zu beobachten (Fig. 4). Die Länge der an den beiden Enden gewölbten Spore beträgt ca. 15,9—18,6 μ, die Breite ca. 4,6—5,2 μ. Paraphysen schienen zunächst keine vorhanden zu sein; doch entdeckten wir gelegentlich in verschiedenen Perithecien neben den Schläuchen noch paraphysenähnliche Gebilde, lange fadenartige die Asci überragenden Zellen mit kollabiertem Inhalt (Fig. 6). Ein Schnitt in der Längsrichtung der Perithecien durch die Rinde der Himbeerwurzel ergab, daß die Perithecien einem weißen fase-

rigen Stroma, das die Rinde quer durchzieht, aufsitzen, daß also unsere *Nectria* zu der Abteilung der Hyphonectrien gezählt werden muß. Bei einer Vergleichung mit den bereits bekannten Vertretern der Gattung *Nectria* war eine Identifizierung unmöglich; wir haben es hier mit einer neuen Spezies zu tun.

Im Wasser keimen die Ascosporen sehr leicht und bilden innerhalb 24 Stunden Keimschläuche von 186—395 μ Länge. Bei der Keimung schwellen die Sporen stark an; ihre Zellen runden und entleeren sich (Fig. 5). Gewöhnlich keimen sie in beiden Zellen aus. In der Nährgelatine mit Wurzeldekokt, die wir zur Kultur des beschriebenen *Fusariums* benutzten, keimen die Ascosporen sehr leicht. Nach Isolierung einer einzelnen Ascospore wurden Reinkulturen dieser *Nectria* auf dem erwähnten Nährsubstrat gezüchtet. Das Wachstum war ursprünglich ein spärliches; erst, nachdem der Pilz sich an das Medium angepaßt hatte, nach 8—10 Tagen, schritt es rascher vor sich. Innerhalb weniger Tage bildeten sich an der Infektionsstelle in der Gelatine kleinere weißliche Sporenhäufchen, die, was Sporen und Sporenträger anbetrifft, auffallende Ähnlichkeit mit den Sporen resp. Sporenträgern des beschriebenen *Fusariums* aufwiesen, sowohl in der Größe, Gestalt und inneren Beschaffenheit, so daß wir eine Wiederholung der Beschreibung für unnötig halten. Die meisten Sporen wiesen 3 Septen auf, vereinzelte hatten deren vier. Die Längenmaße schwankten zwischen 39,9 (3 Septen) und 55,8 μ (4 Septen). In der Breite variierten sie zwischen 5,2—7,98 μ. Ebenso herrschte große Übereinstimmung in der Anlage der Konidienträger und deren Verzweigung, in den Größenverhältnissen und der Form der Sterigmen. Was uns aber ganz besonders an unser *Fusarium* auf den Himbeerwurzeln erinnerte, war die Violettfärbung einzelner Sporenlager, die bei ca. 10 Tage alten Kulturen sich einstellte und wieder wie bei *Fusarium* auf z. T. violett gefärbte gerinnselartige Massen zurückzuführen war, die an der Basis der Konidienträger sich befanden, an den Zellwänden hafteten oder frei herumlagen, z. T. auch von abgestorbenen Zellen einzelner Sporen, deren Plasma kontrahiert und violett gefärbt war, herrührte. Das Mycel zeigte mehr immerses Wachstum und erinnerte in dieser Beziehung an die Mycelkultur von *Fusarium*, während dann in der Folge konzentrische Zonen mit Sporenhäufchen sich bildeten in Übereinstimmung mit der Sporenkultur vom *Fusarium*. Ebenfalls in der Verflüssigung der Gelatine durch die Kultur zeigte sich zwischen den beiden Pilzen Übereinstimmung. Das Mycel ist ursprünglich mehr von weißlicher Farbe und bräunt sich in älteren

Kulturen; einzelne Zellen in den Hyphen schwellen keulen- und blasenförmig an und zeigen in älteren Kulturen fettige Degeneration, ganz wie wir es von den *Fusarium*-Kulturen her kennen. Die dicksten Mycelfäden messen ca. 7,8 μ, während die Basalzellen der Konidienträger, deren Zellwände sich gelblich färben, bis 21,2 μ breit werden können wie bei *Fusarium*. Die Kulturen wurden wiederholt, indem wir jeweils wieder von den Konidiensporen der Gelatinekultur ausgingen; immer stellte sich mit der Zeit dasselbe Bild ein. Gegen den Rand der Kultur bildeten sich an den Lufthyphen auch wieder die falschen Köpfchen, Ansammlungen von Konidiensporen. Bei Kulturen, die gleichzeitig mit solchen vom *Fusarium* auf schräg erstarrter Nährgelatine im Röhrchen ausgeführt wurden, verflüssigte die *Fusarium*-Kultur etwas früher.

Die Kultur der *Nectria* auf den sterilen Kartoffelstengeln zeitigte ebenfalls einige bemerkenswerte Resultate. Schon in den ersten Tagen fiel die Violettfärbung an den Stellen auf, die mit *Nectria*-Mycel geimpft wurden. Die Farbe rührte aber nicht etwa vom Mycel her, sondern hing wieder wie bei der Gelatinekultur der *Nectria* und den Sporodochien des *Fusariums* auf der Himbeerwurzel mit abgestorbenen Zellpartien der Konidiensporen und mit amorphen Massen, die an den Zellwänden der Hauptachse oder der Traghyphe hafteten, zusammen, namentlich aber mit fettartigen Tropfen von violetter Farbe und sphärokristallartigen Gebilden von mehr rotvioletter Farbe, die in der Sporenträgerregion sich vorfinden, von denen die ersteren manchmal die Zellwände wie Wachsausscheidungen umgaben. Die Tropfen lösten sich im absoluten Alkohol, während die kristallartigen Gebilde sich z. T. in konzentrierter Salzsäure lösten unter Zurücklassung einer amorphen rötlichvioletten Masse und unter Gasentwicklung. Von der Salzsäure wurden die fettartigen Tropfen nicht angegriffen. Ausnahmsweise kam uns einmal eine violett gefärbte Traghyphe zu Gesicht, die nicht von einer violetten Kruste eingehüllt war, in der auch das Plasma noch nicht abgestorben war und sich etwa gefärbt hatte. Im übrigen traten an der Oberfläche des Stengels wieder reichlich Sporenlager auf, z. T. ganz ähnliche wie *Fusarium* gebildet hatte, z. T. mehr in die Fläche ausgebreitete mehr an *Pionnotes*-Lager erinnernde; dann waren zerstreut auf der ganzen Oberfläche violett gefärbte gallertartige Lager. Luftmycel wurde wie beim *Fusarium* auf Kartoffelstengeln nur wenig gebildet und nur an den beiden Enden der Stengelpartie. Die große Mehrzahl der Sporen besaß 3 Septen und variierte zwischen 50,5—57,1 μ Länge und 6,6—7,9 μ Breite. Vereinzelte Sporen trugen 5 Septen

(55,8 μ resp. 7,98 μ) oder nur deren vier. Im übrigen, in der Form der Sporen, Beschaffenheit des Plasmas, sowie in der Bildung der Konidienträger herrschte völlige Übereinstimmung mit *Fusarium*. Perithecien konnten in den älteren Kulturen, weder auf Kartoffelstengeln, noch in der Gelatine, beobachtet werden.

Wenn nun auch in den Größenverhältnissen der Sporen sowie in der Färbung der Sporodochien bei den Kulturen zwischen *Fusarium* und der *Nectria* erhebliche Unterschiede zutage traten und bei den *Fusarium*-Kulturen nie Perithecien entstanden, so zweifeln wir doch keinen Augenblick daran, auf Grund der mitgeteilten Beobachtungen, daß die beiden Pilze identisch sind, d. h. daß das *Fusarium* zu *Nectria* gehört und deren Konidiengeneration darstellt. Wenn wir bedenken, daß das *Fusarium* allein in der Größe der Sporen je nach dem Substrat variieren kann (man vergleiche die Sporen auf der Himbeerwurzel und der Gelatine) und daß die Konidiensporen der *Nectria* auf dem Kartoffelstengel wiederum die Dimensionen der Sporen von *Fusarium* auf dem natürlichen Substrat erreichen können, wenn wir ferner an das Auftreten des violetten Farbstoffs in den Sporodochien des *Fusariums* auf den Himbeerwurzeln und in den Sporodochien der *Nectria* auf Kartoffelstengeln und Gelatine erinnern, ein Farbstoff, der, soweit wir uns in der Fusarienliteratur umgesehen haben, bei *Fusarium* äußerst selten auftritt (vgl. z. B. *Fus. coeruleum*), wenn wir das gleiche Verhalten der Pilze auf Gelatine und Kartoffelstengeln hinsichtlich der Art der Sporodochienbildung, dann die Verflüssigung der Gelatine durch beide in Betracht ziehen, so haben wir wohl die triftigsten Gründe erwähnt, die für die Richtigkeit der geäußerten Ansicht sprechen. Es ist vielleicht ein besonderer Zufall, daß gerade kurze Zeit, nachdem die Wurzeln feucht gehalten wurden, die *Nectria*-Generation aufgetreten ist; zu einer andern Jahreszeit wäre dies vielleicht nicht der Fall gewesen und dann hätte man nur von einem *Fusarium Rubi* sprechen können. Es zeigt dies Beispiel wieder, wie eben doch sehr wahrscheinlich diejenigen recht behalten, die schon früher darauf hinwiesen, daß *Fusarium* mit *Nectria* zusammenhänge. Unser Beispiel weist ebenfalls darauf hin, daß die Beibehaltung der Gattung *Fusarium* nur ein Provisorium sein kann und daß man eines Tages, wenn nicht heute schon, daran denken muß, nur noch von einer *Fusarium*-Generation zu sprechen, die zu irgendeinem Pyrenomyceten, in der Hauptsache wohl zu *Nectria*, gehört. Daß man die Schlauchsporenform meist nicht beachtet, ist kein Beweis dafür, daß sie nicht existiert, so wenig als man etwa von gärender ellip-

tischer Hefe, die in dem gebräuchlichen Medien keine Ascosporen bildet, behaupten könnte, daß dieselbe überhaupt keine bilde und infolgedessen nicht zu *Saccharomyces* gehöre. Von den ca. 160 *Fusarium*-Arten, die LINDAU in RABENHORSTs Kryptogamenflora erwähnt, sind im ganzen eigentlich nur 3 Fusarien, von denen man sicher annehmen kann, daß sie nur die Konidienfruktifikation eines höheren Pilzes darstellen: *Fusarium aquaeductum* (Radlk. et Rabenh.) gehört nach GLÜCK zu *Nectria moschata; Fus. vasinfectum* Atk. ist nach E. F. SMITH die Schlauchform von *Neocosmospora vasinfecta; Fus. nivale* (Sorauer) nach IHSSEN diejenige von *Nectria graminicola*. APPEL und WOLLENWEBER gelang die Züchtung der Schlauchform von *Gibberella saubinetii* (Mont) aus einem *Fusarium*, das sich mit keinem andern deckte und *Fus. rostratum* genannt wurde. Ferner gelang es diesen Forschern auch, aus einem Kakaofusarium, das ihnen unter *Nectria de Jonge* zuging, die Schlauchfrüchte dieser *Nectria* zu erzielen. Unser Beispiel schließt sich hier an; ein bisher unbekanntes *Fusarium* auf Himbeerwurzeln, das wir *Fus. Rubi* nennen könnten, ist die Konidienfruktifikation einer bisher unbekannten *Nectria* auf Himbeerwurzeln, die wir *Nectria Rubi* nennen wollen.

Auffällig ist, daß die Sporodochien auf den Himbeerwurzeln violett gefärbt erscheinen, dagegen nicht auf den übrigen verwendeten Substraten, während die Konidiensporenlager der *Nectria* auf Gelatine wie auf den Kartoffelstengeln diesen Farbstoff wieder bilden. Ob wir daraus den Schluß ziehen dürfen, daß die Sporodochien auf den Himbeerwurzeln von einer *Nectria*, d. h. von einer Ascosporeninfektion derselben herrühren? Wir vermuten es. Der vorgerückten Jahreszeit wegen waren wir verhindert, Infektionsversuche größeren Umfangs auszuführen. Bei einem Versuch wurden die oberen Fruchttriebe sowie die Wurzeln verwundet und mit der Gelatine-Reinkultur des *Fusariums* geimpft, aber ohne Erfolg. Die verwundeten Stellen der Wurzeln zeigten später Überwallungswülste. In einem anderen Fall wurden die Himbeerpflanzen aus dem Garten in Töpfe verpflanzt, nachdem sie an den Wurzeln verwundet und mit einer Unmasse von Konidiensporen ab der Kultur auf dem sterilisierten Wurzelstück geimpft worden waren. Auch hier scheint, wenigstens nach dem Verhalten eines darauf hin untersuchten Himbeerstockes zu schließen, keine Ansteckung zu erfolgen. Es ist nun möglich, daß Versuche mit Ascosporen der *Nectria Rubi* eher zum Ziele führen.

Diagnose: *Nectria Rubi* nov. spec. Perithecien kahl, zuerst gelbgrün, später rubinrot, zitronenförmig mit papillenartigem

Ostiolum. Längsdurchmesser ca. 500 μ, die Breite ca. 430—460 μ. Herdenweise oder vereinzelt auf kranken Wurzeln von *Rubus idaeus* („BAUMFORTHs Sämling"). Ascus 106—119 μ lang, zylindrisch keulenförmig, ohne oder mit spärlich ausgebildeten Paraphysen. Ascosporen zweizellig, an beiden Enden abgerundet, schwach eingeschnürt, mit 2—3 lichtbrechenden Fetttropfen in jeder Zelle, im Schlauch einreihig oder in der oberen Hälfte zweireihig. 15,9 bis 18,6 μ lang, 4,6—5,2 μ breit. Die Perithecien sitzen auf einem faserigen weißlichen Stroma, das die Rinde quer durchzieht.

Die dazugehörige *Fusarium*-Generation oder Konidiensporenform: Konidien lagerartig in violett gefärbten oder weißen Sporodochien oder nichtlagerartig in falschen Köpfchen. Sporen schwach sichelförmig gebogen, an den beiden Enden elliptisch abgerundet, nach der Scheitelzelle zu schwach keulenförmig; hyalin, nicht gefärbt oder in violetten Sporodochien einzelne Zellen derselben violett gefärbt. Normale Sporen auf der Wurzel in der Regel 3—4—5 Septen 53,2 μ bis 61,2 μ lang (3—4 Septen), 6,6—7,9 μ breit. Selten nicht septiert oder nur 1—2 Septen auf dem natürlichen Substrat. Größte Septenzahl = 5. Konidienträger aus 2 bis 3 Etagen, die dichotom oder dreifach verzweigt sind. In violett gefärbten Sporodochien an der Basis derselben amorphe oft fett- oder wachsartige Massen, die violett gefärbt sind und oft an den Zellwänden der Hauptachse oder der Traghyphe haften. Kommt ebenfalls auf kranken Wurzeln von *Rubus idaeus* („BAUMFORTHs Sämling") vor.

Hervorgehoben mag nochmals werden, wie verschieden die beiden Generationen sich bei der Kultur verhalten, hinsichtlich Wachstum des Mycels, Farbstoffbildung und der Größenverhältnisse der Sporen, so daß man auf den ersten Blick eine Identität der beiden kaum für wahrscheinlich halten würde, während die Konidiensporen, die von der *Nectria* abstammen, auf Gelatine wie auch auf Kartoffelstengeln fast dieselben Dimensionen und dieselbe Farbstoffbildung aufweisen wie die *Fusarium*-Konidien in den Sporodochien auf ihrem natürlichen Substrat oder Standort.

Schweizerische Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil, den 1. November 1911. (Abteilung für Pflanzenphysiologie und Pflanzenpathologie.)

Erklärung der Tafel XXII.

Fig. 1. Stück einer Himbeerwurzel mit Perithecien von *Nectria Rubi*. Vergr. 1 : 1.

Fig. 2. Einzelnes Perithecium von *Nectria Rubi*. 50 : 1.
Fig. 3. Rindenschicht einer Himbeerwurzel mit faserigem Stroma und den darauf wachsenden Perithecien.
Fig. 4. Ascosporen von *Nectria Rubi*. 500 : 1.
Fig. 5. Im Wasser keimende Ascosporen von *Nectria Rubi*. 500 : 1.
Fig. 6. Reifer Ascus mit Ascosporen und Paraphyse 500 : 1.
Fig. 7. Konidiensporen aus einem Sporodochium der *Nectria*-Ascosporenkultur auf Gelatine. 500 : 1.
Fig. 8. Einzelner Konidienträger aus einem Sporodochium der *Nectria*-Ascosporenkultur auf Gelatine, am Grunde mit einer violetten Kruste bedeckt. 500 : 1.
Fig. 9. Sporodochium einer *Nectria*-Ascosporenkultur in Gelatine. 200 : 1.
Fig. 10. Konidiensporen aus einem Sporodochium auf Himbeerwurzeln; *Fusarium*-Generation 500 : 1.
Fig. 11. Konidienspore aus einem violettgefärbten Sporodochium mit einer abgestorbenen Zelle und violett gefärbtem Plasmaschlauch. 500 : 1.
Fig. 12. Konidiensporen, darunter eine keimende, der *Fusarium*-Generation aus einer späteren Gelatine-Kultur. 500 : 1.
Fig. 13. Zweig eines Sporodochiumtragsystems (Konidienträger) der *Fusarium*-Generation. 500 : 1.
Fig. 14. Dito.
Fig. 15. Falsche Konidienköpfchen an Lufthyphen von *Fusarium* auf Gelatine 100 : 1.

82. Leonid Iwanoff: Über die Wirkung des Sauerstoffs auf die alkoholische Gärung der Erbsensamen.

(Aus dem botanischen Kabinett des K. Forstinstituts in St. Petersburg.)

(Eingegangen am 19. November 1911.)

In meiner vorigen Mitteilung (s. diese Berichte, Oktoberheft) habe ich gezeigt, daß die CO_2-Ausscheidung des Erbsenmehls durch alkoholische Gärung bedingt ist, deren Mechanik mit derjenigen der Hefegärung identisch ist. Wenn dem so ist, so müßte diese CO_2-Ausscheidung ebenso wie bei der Hefe von der Sauerstoffabsorption ganz unabhängig sein. Diese Vermutung wird aber durch das Experiment nicht bestätigt. Folgende Zahlen sind in meiner früheren Arbeit[1]) aus Parallelversuchen mit Phosphat und Wasser in Luft und in Wasserstoff erhalten:

1) L. IWANOFF, Biochem. Zeitschr., Bd. 25, S. 183.

10 g Mehl mit Toluol schieden CO_2 in mg aus:

	Nach 24 Stunden		Nach 20 Stunden	
	in Luft	in Wasserstoff	in Luft	in Wasserstoff
Mit 20 ccm Wasser . .	93	60	53	23
Mit 20 ccm Na_2HPO_4 1%	158	109	110	66
Differenz in mg:	63	49	57	43

Diese Zahlen zeigen klar, daß in Wasserstoff nicht nur die Gesamtmenge der CO_2, sondern auch der durch Phosphatstimulation erzeugte Überschuß (über dessen anaëroben Ursprung kein Zweifel möglich ist) abnimmt. Dieser Widerspruch hat mich veranlaßt, die Frage nach dem Verhältnis des ausgeschiedenen CO_2 zum Sauerstoff zu untersuchen.

Da eine direkte Beteiligung des O_2 an der Bildung der Gärungs-CO_2 ausgeschlossen war, so konnte nur eine indirekte Wirkung vermutet werden. Um diese indirekte Wirkung, bei welcher auch geringe Sauerstoffmengen eine große Rolle spielen können, zu untersuchen, mußte die (besonders für ein Objekt wie das Erbsenpulver) sehr unvollkommene Wasserstoffdurchleitungsmethode durch das vollkommenere Evakuieren ersetzt werden. Wie wir weiter sehen werden, war es bei meinen Versuchen nicht notwendig, die letzten Sauerstoffspuren zu entfernen. Schon nach Anspumpen mit der Wasserstrahlpumpe, welche bis auf 4—5 mm evakuierte, wurden genügend klare Resultate erhalten.

Das Mehl wurde mit Wasser (oder einer anderen Flüssigkeit) vermengt, 3—5 ccm Toluol zugesetzt und das Gemisch in konische Kolben verteilt. Nach dem Anspumpen wurde der Kolben sofort in ein großes Gefäß mit Wasser untergetaucht. Zur Bestimmung der in einem Zeitraum gebildeten CO_2 wurden in den Kolben 5—10 Kubikzentimeter $^2/_{10}$ norm. H_2SO_4 hinzugefügt, um die etwa noch andauernde CO_2-Ausscheidung zu sistieren und die an Basen gebundene CO_2 zu befreien[1]). Dann wurde CO_2-freie Luft durchgeleitet und die gesamte im Kolben gebildete CO_2 im Kaliapparat aufgefangen.

Zur Kontrolle der Methode wurde ein Versuch mit Hefanol ausgeführt. In 2 Kolben wurden je 2 g Hefanol mit 10 ccm 10proz. Saccharose und Toluol eingeführt. Der eine wurde in einen Luftstrom eingefügt, der andere evakuiert. Nach 38 Stunden betrug die CO_2-Menge:

1) Die Reaktion des Mehls war zu Ende des Versuches deutlich alkalisch sowohl auf Methylorange, als auch auf Lakmus.

an der Luft . . . 467 mg
im Vakuum . . . 451,7 mg

Das sind Mengen, welche mit den von anderen Autoren erhaltenen vollkommen übereinstimmen. Nachdem ich mich also von der Zuverlässigkeit der Methode überzeugt hatte, versuchte ich festzustellen, in welcher Weise der Sauerstoffabschluß auf die in optimalen Bedingungen, d. h. in Gegenwart von Phosphat und Koënzym stattfindende CO_2-Ausscheidung einwirkt.

Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I.

Nr.	Im Kolben		CO_2 in mg ausgeschieden nach Stunden:	
			24 h	41 h
1	5 g Viktoria-Pulver + 12 ccm Na_2HPO_4 1 %	Im Vakuum	5,1	12,5
2	Dasselbe		7,9	11,1
3	10 g Viktoria-Pulver + 20 ccm Na_2HPO_4 1 %		15,8	
4	5 g Viktoria-Pulver + 12 ccm Na_2HPO_4 1 %	In der Luft	36,0	75,6
5	5 g Viktoria-Pulver + 12 ccm Zymin-Extr.	In der Luft	73,5	
		Im Vakuum	36,0	
6	Dasselbe	In der Luft	66,1	
		Im Vakuum	36,4	
7	5 g Bismarck-Pulver + 12 ccm Hefanol-Extr.	In der Luft		119
		Im Vakuum		63

Es erweist sich, daß die bei Sauerstoffabschuß ausgeschiedenen CO_2-Mengen 3—7 mal geringer als die ceteris paribus bei Luftzutritt gebildeten sind. In Gegenwart des Koënzyms übt der Sauerstoffmangel eine viel schwächere Wirkung aus. Die CO_2-Ausscheidung im Vakuum wird nämlich ungefähr auf die Hälfte derjenigen der Luftportion herabgesetzt. Dieser Unterschied zwischen Phosphat und Koënzym tritt auch in den folgenden Versuchen zutage (vgl. Tabelle II). Weiter werden wir daraus einige Schlüsse über den Sauerstoffeinfluß ziehen.

Die folgenden Versuche hatten den Zweck, festzustellen, welchen Einfluß auf die CO_2-Ausscheidung im Vakuum ein vorhergehender Luftaufenthalt hat, wobei, wie aus der vorigen Arbeit folgt, eine gewisse Sauerstoffabsorption stattfindet. Scheidet das Mehl nach einer solchen Sauerstoffabsorption mehr CO_2 als sonst aus? Die Tabelle II gibt eine bestimmte Antwort auf diese Frage

Tabelle II.

Nr.	Im Kolben 10 g Viktoria-Pulver	Die Probe stand vor dem Versuche:	CO_2 in mg ausgeschieden im Vakumm nach Stunden:
			15 h
8	20 ccm Zymin-Extrakt (verdünnt)	Im Vakuum 24 h	49,6
		In der Luft 24 h	64,3
			19 h
9	20 ccm Zymin-Extrakt	Im Vakuum 24 h	80,2
		In der Luft 24 h	115.1
			15 h
10	20 ccm Na_2HPO_4 1 %	Im Vakuum 24 h	25,2
		In der Luft 24 h	71,2
			24 h
11	20 ccm Na_2HPO_4 1 %	Im Vakuum 1½ h	11,6
		In der Luft 1½ h	12,7
			24 h
12	20 ccm Na_2HPO_4 1 %	Im Vakuum 7 h	12,6
		In der Luft 7 h	42,6

Es zeigt sich, daß eine Steigerung der CO_2-Ausscheidung im Vakuum nur nach einem mehr als 1½ stündigen (bei 14—15 ° C) Luftaufenthalt stattfindet, daß aber eine kürzere Absorptionszeit keinen Einfluß auf die CO_2-Ausscheidung im Vakuum hat. Die in 1—1½ Stunden vom Mehl absorbierte Sauerstoffmenge ist also ungenügend, um eine nachweisbare Differenz in der CO_2-Ausscheidung hervorzurufen.

Wenn man aber 2 Portionen Mehl einen Tag, oder noch besser, 1½ Tage lang Sauerstoff absorbieren läßt (d. h. bis zur Sättigung, wie Tabelle V in voriger Mitteilung zeigt), so kann man im weiteren Verlauf des Versuchs keinen Unterschied in der CO_2-Ausscheidung bemerken: die Vakuumportion bildet dann, wie Tabelle III zeigt, dieselbe Menge CO_2, wie die Luftportion.

Tabelle III.

Nr.	Im Kolben:	Die Probe stand vor dem Versuche in der Luft:	CO_2 in mg ausgeschieden nach 24 Stunden:
13	5 g Viktoria-Pulver + 12 ccm Na_2HPO_4 1 %	24 h	In der Luft 53,2 Im Vakuum 44,6
14	10 g Viktoria-Pulver + 20 ccm Wasser	41 h	In der Luft 55,8 Im Vakuum 57,2

Die alkoholische Gärung der Erbsen bedarf also im Gegensatz zu der Hefegärung einer vorherigen O_2-Absorption. Der

Sauerstoff beteiligt sich natürlich nicht am Prozeß der Kohlenhydratspaltung, sondern höchstwahrscheinlich an der Bildung der Zymase aus dem Zymogen[1]).

Dieses Zymogen der Samenzymase ist ziemlich beständig und verändert sich auch in Wassergegenwart sehr wenig, wenn für Sauerstoffabschluß gesorgt ist. So kann man z. B. die Zymasebildung in Erbsen 1—2 Tage lang aufhalten, wenn man das Mehl im Vakuum hält.

Es wurden z. B. 10 g Viktoria-Samenpulver und 20 ccm 1proz. Na_2HPO_4 1½ Tage lang im Vakuum gehalten, wobei sie nur 15 mg CO_2 ausschieden; an die Luft gebracht, schieden sie

am 1. Tage . . . 48,9 mg CO_2
am 2. Tage . . . 46,5 mg CO_2 aus.

In einem anderen Versuch standen 5 g Viktoria-Pulver + 10 ccm 1 proz. Na_2HPO_4 2 Tage im Vakuum und schieden nur 10 mg CO_2 aus; bei nachfolgendem Luftzutritt bildeten sie schon am ersten Tage 30 mg CO_2.

Wir sehen also, daß nach 1—2tägigem Aufenthalt im Vakuum die Zymase bei Luftzutritt beinahe ebenso stark wie eben angefeuchtete zu arbeiten beginnt.

Es muß bemerkt werden, daß die vom Mehl bewahrte Fähigkeit, Sauerstoff zu absorbieren, ebenfalls durch den 2tägigen Aufenthalt im Vakuum gar nicht verändert wird. So wurden z. B. 5 g Viktoria-Mehl und 10 ccm Wasser im Vakuum 2 Tage gehalten und dann in den Apparat von GODLEWSKY zur Bestimmung der Sauerstoffaufnahme gebracht. Zum Vergleich wurden außerdem 5 g Mehl und 10 ccm Wasser ebenfalls evakuiert und sofort in denselben Apparat gebracht.

Es wurde Sauerstoff aufgenommen:

	nach 28 Std.	nach folgenden 16 Std.[2])
nach 2tägigem Vakuum	11,4 ccm	0,1 ccm
unmittelbar	11,6 „	0,1 „

Weitere Versuche unternahm ich zur Aufklärung der Frage, ob auch in lebenden Erbsensamen die Zymase als Oxydationsprodukt entsteht.

1) Die Untersuchungen von BARANETZKY und DETMER (Bot. Zeit., 1883, S. 601) zeigten, daß Sauerstoffzutritt auch zur Ausbildung von Diastase im keimenden Samen notwendig sei.

2) Diese Werte sind etwas höher als die früher von mir angeführten (l. c. Tab. V), da ein Teil der Luft sich in der durch das Auspumpen von Gasen befreiten Flüssigkeit löste, wodurch eine Druckverminderung hervorgerufen wurde.

Eine Portion keimfähiger Erbsensamen wurde 14—24 Stunden im Vakuum, die andere an der Luft zur Quellung gebracht. Dann wurden beide Portionen rasch bei 40—45° im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet, pulverisiert und zuerst im Wasserstoff-, dann im Luftstrome auf ihre CO_2-Ausscheidung geprüft. Die Resultate sind in Tabelle IV zusammengestellt.

Tabelle IV.

Nr.	Im Kolben	Die Samen vor dem Zermahlen aufgequollen:	CO_2 in mg ausgeschieden im Wasserstoffstrom nach:	Luftstrom nach:	
			19 h	12 h	15 h
15	10 g Viktoria-Pulver + 20 ccm Wasser	Im Vakuum 24 h	12,4	18,7	39,1
		In der Luft 24 h	29,2	32,2	51,4
			23 h	7 h	16 h
16	Dasselbe	Im Vakuum 24 h	27,2	11,2	44,8
		In der Luft 24 h	50,1	23,4	61,4
			21 h	8 h	24 h
17	5 g Viktoria-Pulver + 10 ccm Na_2HPO_4 1 %	Im Vakuum 14 h	19,5	4,8	67,4
		In der Luft 14 h	21,1	4,6	68,0
			14 h	7 h	17 h
18	5 g Bismarck-Pulver + 10 ccm Zymin-Extrakt	Im Vakuum 24 h	25,0	11,6	58,0
		In der Luft 24 h	44,0	20,8	50,2
			24 h	7 h	16 h
19	Dasselbe	Im Vakuum 24 h	26,6	11,2	41,2
		In der Luft 24 h	45,6	—	—

In allen Versuchen vergrößerte die Quellung der Samen an der Luft die anaërobe CO_2-Ausscheidung des Erbsenmehls, wobei der Unterschied nicht nur bei Sauerstoffabschluß, sondern auch einige Zeit bei Luftzutritt verfolgt werden konnte.

Nur in einem Versuche wurde kein Unterschied gefunden, nämlich als die Erbsen nur 14 Stunden an der Luft aufquollen.

Es scheint also, daß auch lebende Samen ebenso wie das Mehl eine gewisse Zeit brauchen, um solche Sauerstoffmengen zu absorbieren, welche meßbare Zymasemengen freimachen können. Da die Sauerstoffaufnahme im Mehl im Anfang viel schneller als in unversehrten Samen stattfinden muß, so brauchen letztere natürlich viel längere Zeit zur Bildung derselben Zymasemenge. Wie groß der Unterschied in der Sauerstoffaufnahme ganzer lebender und zermahlener Samen ist, zeigt folgender Versuch. In den

ersten 8 Stunden zeigten 5 g Viktoria-Samen (7 Stück) bei 13 bis 15 ° C beinahe gar keine Absorption, wogegen 5 g Mehl aus demselben Samen (mit Toluol) 6,8 ccm 0 absorbierten. Dieser Umstand erklärt uns die auf den ersten Blick paradoxe Tatsache, daß die CO_2-Ausscheidung nach dem Zermahlen der Samen stärker wird. Das Erbsenmehl nimmt wie wir sehen (wahrscheinlich, dank der Oberflächenvergrößerung), schneller Sauerstoff auf, wodurch die Befreiung der Zymase aus dem Zymogen beschleunigt wird. Worin die Wirkung des Sauerstoffs bei Freiwerden der Zymase besteht, darüber kann man nur Vermutungen aussprechen. Die Erbsenzymase besteht, wie die Hefezymase wenigstens aus zwei Teilen — einem Enzym und einem Koënzym. Der Umstand, daß die Sauerstoffwirkung auch bei einem Überschuß von Koënzym stattfindet, scheint auf die Bildung des Enzyms als eines Oxydationsprodukts hinzuweisen. Doch zieht andrerseits ein Überschuß des Koënzyms, wie wir gesehen haben, eine bedeutende Ausgleichung der Differenzen in der Luft- und Vakuum-CO_2 nach sich. Das zeigt, daß auch die Bildung des Koënzyms in einer gewissen Abhängigkeit von Oxydationsprozessen steht.

Wir sehen also, daß, trotz der von mir früher nachgewiesenen vollkommenen Analogie in der Wirkungsweise der Erbsen- und Hefezymase, die Bildung derselben in beiden Fällen verschieden verläuft: bei der Erbse ist sie vom Sauerstoff abhängig, bei der Hefe der herrschenden Ansicht gemäß nicht. Man kann übrigens die beobachteten Tatsachen auch anders erklären, wobei der Unterschied zwischen Erbsen und Hefe bei weitem nicht so schroff wird; man kann nämlich annehmen, daß die Hefezelle nur aktive Zymase, und zwar in sehr großer Menge enthält, was auch aus BUCHNERs Untersuchungen (s. Die Zymasegärung 1903, S. 88) folgt: die Zymase entsteht aber nur bei der Zellteilung und ihre Ausbildung ist auch hier mit Sauerstoffaufnahme wie bei der Erbse verbunden. Diese Vermutung stimmt mit der Tatsache überein, daß die Vermehrung der Hefe bekanntlich vom Sauerstoff abhängt. Außerdem muß man nicht vergessen, daß nur die Hefesporen den Samen vollkommen analog sind. Es ist auch möglich, daß dieses Stadium sich anders als vegetative Zellen verhält und dieselbe Abhängigkeit der Gärung vom Sauerstoff, die wir bei der Erbse gesehen haben, zeigt.

Man muß aber nicht glauben, daß die ruhenden Organe immer Zymasezymogen enthalten. So scheint in den vom Endosperm abgetrennten Weizenkeimen eine große Menge Zymase ohne Zymogen enthalten zu sein, da die Gärung (s. vorige Mitteilung) hier sowohl

bei Sauerstoffgegenwart als auch im Vakuum lange Zeit vollkommen gleichartig verläuft.

So schieden 5 g Keime mit Toluol

in 24 Stunden	Vakuum	Luft
mit 10 ccm Wasser	44,0	47,6
mit 10 ccm Na_2HPO_4 1 %	57,2	59,8 aus.

Wir können also auch bei höheren Pflanzen dasselbe Verhältnis der Gärung zum Sauerstoff wie bei der Hefe antreffen. Welcher von diesen zwei Typen (Erbsen- oder Hefe-Typus) bei den höheren Pflanzen vorherrscht, werden künftige Forschungen zeigen. Jedenfalls mahnt uns die Abhängigkeit der anaëroben CO_2-Ausscheidung vom Sauerstoff daran, mit großer Vorsicht die oft benutzte Methode zu gebrauchen, nach welcher aus der Differenz der an der Luft und im Vakuum gebildeten Kohlensäure die sog. Oxydationskohlensäure bestimmt wird. Die Ausscheidung der anaëroben CO_2 ohne Sauerstoff ist nämlich verschieden, je nachdem, ob ihre Bildung vom Sauerstoff abhängt oder nicht. Im positiven Falle wird die CO_2-Ausscheidung ohne Sauerstoff verlangsamt und die Differenz zwischen der an der Luft und ohne Luft gebildeten CO_2 wird groß. Es wäre aber verfehlt, diese Differenz, wie es oft geschieht, auf die Oxydationskohlensäure zu beziehen.

Auch die Verstärkung der CO_2-Ausscheidung, welche öfters nach temporärer Anaërobiose an lebenden Zellen beobachtet wurde, kann nicht durch Oxydation der angehäuften Produkte des anaëroben Stoffwechsels, sondern durch verstärkte (infolge von Regulation) Zymaseproduktion der lebenden Zelle erklärt werden. Letztere Erklärung hat meiner Ansicht nach sogar einen gewissen Vorzug, da sie mit der Tatsache der bedeutenden Erhöhung (bis 6,58) des Atmungsquotienten nach der Anaërobiose in Einklang steht[1]). Es ist klar, daß die Oxydation der unvollkommen oxydierten Produkte des anaëroben Zerfalls im Gegenteil eine verstärkte Sauerstoffabsorption und folglich eine Abnahme, und auf keinen Fall eine Zunahme des Atmungsquotienten nach sich ziehen müßte.

1) S. Beispiele bei W. Palladin, Bioch. Zeitschr., Bd. 18, S. 164 und ff.

83. M. Tswett: Über den makro- und mikrochemischen Nachweis des Carotins.

(Eingegangen am 24. November 1911.)

Als Carotin darf ein Farbstoff bezeichnet werden, nur wenn er in allen Merkmalen mit dem bekannten Kohlenwasserstoffe der Möhre übereinstimmt. Durch ZEISEs, ARHAUDs, IMMENDORFs und WILLSTÄTTERs Untersuchungen ist nämlich Carotin zu einem chemischen Begriff emporgehoben worden. Will man daher Carotin als einen Gattungsnamen fassen, so sind darunter nur kohlenwasserstoffartige Farbstoffe zu verstehen, keineswegs aber, wie in der botanischen Literatur üblich, die verschiedenen Glieder der alten Lipochromreihe, wie die Xanthophylle des grünen, des etiolierten oder des vergilbten Blattes, die gelben oder roten Farbstoffe der Blüten oder Früchte[1]). Die Löslichkeitsverhältnisse vieler der genannten Farbstoffe beweisen, daß sie keine Kohlenwasserstoffe sind, und für einen derselben haben WILLSTÄTTERs Analysen direkt den Sauerstoffgehalt ermittelt. Zwischen Carotin und den erwähnten Farbstoffen bestehen zwar gewisse spektroskopische, chemische, möglicherweise auch genetische Beziehungen. Will man, darauf fußend, alle diese Substanzen in eine biologische Gruppe zusammenfassen, so möchte ich für dieselbe die Bezeichnung Carotinoïde vorschlagen. Eine Spezifikation ist jedoch in künftigen Untersuchungen über die Verbreitung der Carotinoïde dringend geboten. In folgender vorläufiger Mitteilung sollen die Reaktionen besprochen werden, an der Hand welcher man das wirkliche Carotin erkennen kann.

1) Vgl. z. B. TOBLER, diese Berichte 28 (1910) 365 und 496. TOBLER und mehrere andere Autoren beziehen sich auf ZOPF, welcher sauerstoffhaltige, mit Alkalien Verbindung eingehende gelbe Farbstoffe als Carotinine den Kohlenwasserstoffen Eucarotinen gegenüberstellte, welche keine sauren Eigenschaften besitzen. Diese Unterscheidung entspricht aber nicht den Tatsachen: die Xanthophylle der grünen Blätter, z. B. verbinden sich nicht mit Alkalien, sind aber sauerstoffhaltig und könnten somit den Eucarotinen ZOPFs nicht zugerechnet werden.

Makrochemischer Nachweis.

Die präparative Darstellung des Carotins für die chemische Analyse erfordert sehr viel Material, ist wegen leichter Oxydierbarkeit des Farbstoffes schwierig, und wird sich in den meisten Fragen der physiologischen Chemie nicht anwenden lassen. Man muß sich begnügen, den Farbstoff an der Hand einiger charakteristischer Eigenschaften zu identifizieren. Es lassen sich vornehmlich drei Eigenschaften dazu verwenden: die Löslichkeitsverhältnisse, die Adsorptionsverhältnisse und die Absorptionsspektra.

Löslichkeitsverhältnisse. Entsprechend einer bekannten Regel, nach welcher organische Verbindungen sich am besten in ähnlich zusammengesetzten Lösungsmitteln lösen, ist das Carotin (oder die Carotine, wenn es derselben mehrere gibt) in den Kohlenwasserstoffen der aliphatischen oder der zyklischen Reihen viel besser löslich als in Alkoholen. Schüttelt man daher eine Lösung des Carotins in 80- oder 90prozentigem Alkohol mit Petroläther auf, so geht der Farbstoff so gut wie vollständig in die obere ätherische Phase über. In der bekannten KRAUSschen Entmischung des Chlorophylls geht daher das gesamte Carotin in die „Kyanophyllschicht" mit den Chlorophyllinen α und β zusammen [1]). Ein Farbstoff, welcher im genannten zweiphasigen System die untere, alkoholische Schicht einnimmt, ist daher sicher kein Carotin.

Adsorptionsverhältnisse. Gemäß meinen Untersuchungen [2]) über die Farbstoffe der grünen und der vergilbten Blätter ist das Carotin der einzige, welcher sich aus seiner petrolätherischen (alkoholfreien!) Lösung durch Saccharose, Inulin- oder Calciumcarbonat nicht adsorbieren läßt. Es kann ja diese Eigenschaft zur quantitativen Trennung des Carotins aus dem Chlorophyllgemisch angewendet werden.

Spektroskopische Verhältnisse. Alkoholische, petrolätherische oder ätherische Lösungen des Carotins weisen in der rechten Spektrumhälfte 3 Absorptionsbänder auf, deren zwei ersten (die stärksten) besonders leicht zu bestimmen sind. Sie liegen nach verschiedenen Beobachtern bei folgenden, in Millimikronen ausgedrückten Wellenlängen:

---

1) Dies Verhalten des Carotins war schon GUIGNET (Comptes Rendus **100** (1885) 134) und namentlich MONTEVERDE (Acta Horti Petropolitani **13** (1893) 123) bekannt.

2) TSWETT, diese Berichte **24** (1906) 384, **26a** (1908) 94.

	I	II
Tschirch[1]). Kryst. Carotin aus Möhren, alkoh. Lösung	487—470	457—439
Willstätter u. Mieg[2]). Kryst. Carotin aus Möhren, alkoh. Lösung	488—470	456—438
E. Schunck[3]). Kryst. Carotin (Erythrophyll) aus Blättern, alkoh. Lösung . .	493—475	460—445
Monteverde[4]). Carotin aus Blättern, petrolätherische Lösung	491—472	461—444
Tswett. Carotin aus Blättern, petrolätherische Lösung[5])	492—475	460—445

Wie ersichtlich, stimmen die Angaben nicht vollständig überein. Es liegen aber keine besondere Beweisen vor, daß die untersuchten Präparate, selbst die krystallisierten, wirklich einheitlich waren. Möglicherweise existieren in der Natur verschiedene homologe Carotine und kommen in variablen Gemischen vor[6]).

Der Gang einer zum Nachweis des Carotins strebenden Farbstoffanalyse wird sich also folgendermaßen gestalten.

Darstellung einer alkoholischen oder petrolätherischen Lösung des Farbstoffes. Prüfung auf elektive Löslichkeit im zweiphasigen System 80proz. Alkohol und Petroläther. Ist ein Teil des Farbstoffes in Petroläther elektiv löslich, so ist es möglicherweise Carotin; man prüft die von Alkohol sorgsam befreite petrolätherische Lösung auf Adsorptionsfähigkeit durch Calciumcarbonat. Bleibt die Lösung in Gegenwart eines Überschusses des Adsorbens gefärbt, so prüft man ihr Spektrum. Stimmt dasselbe mit der oben angeführten überein, so liegt Carotin vor. Ist die Lage der Absorptionsbänder erheblich abweichend, so hat man es möglicherweise mit einem unbekannten Carotin zu tun. Man registriere es aber vorläufig als Carotinoïd und belege es mit einem Buchstaben.

Um die Identifikation des Carotins zu erhärten, versuche man

1) Tschirch, diese Berichte 22 (1904) 414.
2) Willstätter u. Mieg, loc. cit.
3) Schunck, Proceed. Royal Soc. 44 (1888) 448.
4) Monteverde, loc. cit.
5) Mittelst Adsorptionsanalyse isoliert.
6) Ein spektralanalytisch abweichendes Carotin scheint bei Rodophyceen vorzukommen (Tswett, Les Chromophylles dans les Mondes Végétal et Animal. Varsovie [Librairie Karbassnikoff], 1910, p. 291).

es zu kristallisieren, und prüfe das Verhalten der Krystalle gegen verschieden konzentrierte Schwefelsäure[1]).

Mikrochemischer Nachweis.

Es sind zum mikrochemischen Nachweis des Carotins, vornehmlich in grünen Blättern, drei Verfahren bekannt geworden; die Kali-Methode, die Säure-Methode und die Resorcin-Methode.

I. Die Kali-Methode (MOLISCH[2])). Die zu untersuchenden Gewebe werden für einige Tage in 40 proz. Alkohol getan, welches 20 pCt. KOH enthält. Die Flüssigkeit färbt sich allmählich grün (wenn chlorophyllhaltiges Gewebe geprüft wird), und es schießen in den sich entfärbenden Zellen verschiedene gelbe oder orangefarbige Krystalle auf, welche die bekannten Reaktionen der Lipochrome (Blauwerden durch H_2SO_4, SO_2, HNO_3) geben. Die ganze Erscheinung deutete MOLISCH in der Weise, daß von den beiden vermeintlichen Komponenten des Chlorophylls die eine, „Chlorophyll", sich in der alkalischen Lauge auflöst, während die andere, „Xanthophyll" oder „Carotin", auskrystallisiert. Zuweilen bilden sich aber keine Krystalle, nur gelbe Tröpfchen.

Nun wissen wir jetzt, daß Chlorophyll ein sehr kompliziertes Gemisch ist, welches neben zwei Chlorophyllinen (α und β) mehrere gelbe Farbstoffe (Carotinoïde), nämlich Carotin und Xanthophylle α, α' und β enthält[3]). Ich habe nun mit *Helodea-* und *Lamium-*Blättern Krystallisationsversuche nach der Kali-Methode angestellt und die krystallisierenden, sowie die in Lösung übergehenden Farbstoffe mittelst meiner chromatographischen Adsorptionsanalyse untersucht. Wie zu erwarten war, enthielt die alkalische Flüssigkeit neben Chlorophyllinderivaten hauptsächlich Xanthophyll β, welches am leichtesten in verdünntem Alkohol löslich ist, und auch ein wenig Xanthophylle α und α'. Die in den Zellen zurückbleibenden krystallisierten Farbstoffe erwiesen sich als ein Gemisch von Carotin, Xanthophyll α, Xanthophyll α^1 und Xanthophyll β.

II. Die Säure-Methode. (FRANK und TSCHIRCH[4])). Läßt man grüne Blätter in verdünnten wässerigen Säurelösungen verweilen und wäscht dann mit Wasser aus, so findet man in den

---

1) cf. BORODIN, Mélanges biolog. tirés de Bull. de l'Acad. des Sciences de St. Petersbourg, **11** (1883), p. 485.

2) MOLISCH, diese Berichte, **14** (1896), S. 18.

3) TSWETT, diese Berichte, **24** (1906), S. 384.

4) TSCHIRCH, Untersuchungen über das Chlorophyll 1884, S. 92.

Zellen rotgelbe Nadeln neben gelbroten ölartigen Massen. MOLISCH (loc. cit.), welcher diese Versuche mit *Helodea*-Blättern wiederholte, fand die Krystalle mit denen der Kali-Methode übereinstimmend. Besonders viel hat mit der Säure-Methode TINE TAMMES experimentiert[1]). Es kamen 10proz. Lösungen von HCl, HFl, Weinsäure, Oxalsäure u. a. in Anwendung. Die Krystalle waren bisweilen schon nach mehrstündiger Einwirkung der sauren Flüssigkeit zu beobachten. Ihre Farbe war rotbraun, hellrot oder gelbrot.

Um die Säure-Methode zu prüfen, habe ich *Lamium*-, *Atriplex*-, *Malva*-, *Helodea*-, *Sambucus*- und *Syringa*-Blätter mit 10 proz. Oxalsäurelösung behandelt. Nach zweitägigem Verweilen der Blätter in der sauren Flüssigkeit enthielten die Zellen (*Sambucus* und *Syringa* ausgenommen) zahlreiche schuppige rote Krystalle mit violettem Stich, welche besonders schön in den nachträglich mit konzentrierter Resorcinlösung aufgehellten[2]) Präparaten zu beobachten waren. In ihrer Farbe wichen die Krystalle vor den roten und orangenen, welche nach der Kali-Methode zu erhalten sind, ganz auffallend ab. Außerdem waren noch in den Zellen dunkelbraune abgerundete oder eckige Massen zu beobachten, welche offenbar aus einem Gemisch der Chlorophyllane bestanden und vielleicht auch durch Säure veränderte Xanthophylle (siehe unten) enthielten. Nachträgliche mehrtägige Einwirkung der alkalischen Flüssigkeit MOLISCHs bringt die braunen Massen zur Auflösung, und es bleiben jetzt in den Zellen als gefärbte Körper nur die roten Krystalle und außerdem gelbe Tröpfchen.

Eine Portion *Lamium*-Blätter wurden 2 Tage lang mit Oxalsäurelösung und dann einige Tage mit der alkalischen Flüssigkeit MOLISCHs behandelt. Die Blätter wurden dann mit Glaspulver zerrieben und mittelst alkoholhaltigen Petroläthers extrahiert. Beim Aufschütteln der gelben Lösung mit 80 proz. Alkohol blieb der gesamte Farbstoff in der petrolätherischen Phase. Diese letzte wurde, nach Auswaschen des Alkohols, auf $CaCO_3$ chromatographiert, wobei verschiedene gelbe Zonen erschienen und eine gelbe Flüssigkeit durchfloß, welche das Spektrum des Carotins besaß. Das in der $CaCO_3$-Säule zurückgehaltene Farbstoffgemisch wurde mittelst alkoholhaltigen Petroläthers befreit und zeigte Absorptionsbänder, deren zwei erstere bei λ 480—470 und 455—445 lagen, wobei das zweite erheblich dunkler war.

Es folgt aus diesen Versuchen, daß die verdünnte Säure

1) TAMMES, Flora 87 (1900), S. 204.

2) cf. TSWETT, Bullet. Soc. chem. de Paris 23 (1900), p. 309.

Carotin nicht angreift (oder nur langsam angreift), während Xanthophylle verändert wären. Dem Augenschein nach sind die rotvioletten Krystalle Carotin.

Die Entstehungsweise dieser Krystalle ist nicht durchsichtig. Krystallisiertes Carotin ist bekanntlich in Wasser und wässerigen verdünnten Säurelösungen unlöslich. Die Chloroplasten enthalten aber die Pigmente in amorphem Zustande, und es kann angenommen werden, daß amorphes Carotin sich in angesäuertem Wasser etwas löst, es sei selbständig oder dank einer Molekülverbindung mit irgend einem löslichen ungefärbten Satellit (Phytol?).

III. Die Resorcin-Methode (TSWETT[1]). Das chlorophyllhaltige Gewebe wird in konzentrierte Resorcinlösung (10 – 12 Teile Resorcin auf 10 Teile Wasser) getan, welche plasmatische Proteinstoffe und Lipoide verflüssigt bzw. auflöst[2]). Setzt man etwa 1 pCt. K_2HPO_4 zu so fließen Lipoide zu schönen grünen Kugeln zusammen (Chloroglobin); in neutraler Lösung ist die grüne Färbung zuerst diffus, und es schießen dann schon nach wenigen Minuten hier und da gelbe Krystallbüschel hervor, welche auch rote Krystalle enthalten. Die Krystalle werden durch konz. H_2SO_4 indigoblau. Ähnliche Krystalle bilden sich auch in der mit K_2HPO_4 alkalisch gemachten Resorcinlösung, aber nur langsam, in der Nähe der Chloroglobinkugeln.

Um die Natur der genannten Krystallgebilde aufzuklären, wurde folgender Versuch angestellt. Zerkleinerte *Lamium*-Blätter wurden (21. X.) in neutrale Resorcinlösung eingelegt; am 22. X. fanden sich in den Zellen zahlreiche kugelige gelbe Krystallbüschel und auch rote prismatische Nadeln; am 23. X. war die Krystallmenge noch größer und es erschienen grüne Körner; am 28. X. wurde die Flüssigkeit abgegossen, das Material mit Wasser gewaschen, zwischen Fließpapier abgepreßt und nach dem Zerreiben mit Petroläther extrahiert. Ein Teil der gelösten Farbstoffe ließ sich durch $CaCO_3$ adsorbieren und durch 80proz. Alkohol aus der petrolätherischen Lösung leicht ausschütteln (Xanthophylle). Der nicht adsorbierbare Farbstoff war dagegen in Petroläther elektiv löslich und zeigte das reine Spektrum des Carotins.

Fassen wir nun zusammen, so sehen wir, daß die erwähnten mikrochemischen Methoden, wenigstens die Kali-Methode MOLISCHs

1) TSWETT, Botan. Centralblatt 81 (1900), S. 83.

2) TSWETT, Comptes rendus 129 (1899), p. 551; Bullet. Soc. chim. de Paris, 23 (1900), p. 309; Travaux de la Soc. des Natural. de Kazan 35 fasc. III, p. 24.

und meine Resorcin-Methode, keine spezifischen Reaktionen auf das Carotin darstellen. Es kann damit nur ganz allgemein das Vorhandensein von Farbstoffen der Lipochrom- bzw. Carotinoïdgruppe festgestellt werden, was sehr wenig bedeutet. Ob die durch Säure erhaltenen roten Krystalle ausschließlich Carotin sind, bleibt allerdings noch zu erforschen. Jedenfalls bedürfen die auf den erwähnten mikrochemischen Methoden basierenden Resultate TAMMES[1]) und KOHLs[2]) betreffend die „Verbreitung des Carotins" im Pflanzenreiche einer vollständigen Revision, wobei man hauptsächlich die makrochemischen Methoden benutzen wird.

Über die Verbreitung des Carotins wissen wir heute nicht viel mehr, als daß es außer in den Möhrenwurzeln in allen Chromophyllen vorzukommen pflegt.

Botanisches Institut des Polytechnikums Warschau.

84. Z. Wóycicki: Zur Frage der Entstehung der Pollenhaut bei Malva silvestris L.

(Mit Tafel XXIII und XXIV und einer Abb. im Text.)

(Eingegangen am 24. November 1911.)

Die Frage der Entstehung des Pollens im allgemeinen, speziell aber bei der Familie der Malvaceen, war schon vielmals der Gegenstand sehr eingehender Untersuchungen. Von Arbeiten in dieser Richtung sind die gründlichsten und wichtigsten die von Prof. E. STRASBURGER[3]).

Nach seiner Ansicht ruhen die vier Gonen bei *Malva silvestris* L. in einer gemeinschaftlichen, sehr dicken, aber die Farbe sehr schwach absorbierenden Haut, deren Dicke ungefähr den Dimensionen der Mutterzelle entspricht. Jede Gone, sowohl bei *Malva crispa* L. als auch bei *Malva silvestris* L., besitzt schon zu dieser Zeit ihr eigenes, zartes, stark lichtbrechendes Häutchen[4]).

1) TAMMES, loc. cit.

2) KOHL, Untersuchungen über das Carotin, Leipzig 1902.

3) ED. STRASBURGER, „Über den Bau und Wachstum der Zellhäute." Jena 1882.

4) l. c. S. 87.

Die farblosen dicken Wände der Tetraden werden mit der Zeit an ihren Rändern körnig; diese Körnigkeit tritt immer deutlicher hervor und zeigt eine mehr oder minder schnelle Auflösung der gemeinschaftlichen Mutterhaut, deren sich die Gonen endlich vollständig entledigen[1]).

Bis zu diesem Augenblick bestätigen meine Forschungen vollständig die von Prof STRASBURGER angegebenen Momente in der Entwicklung des Pollens der erwähnten Malvenarten. Weiterhin vollzieht sich jedoch der Vorgang der Pollenentwicklung bei *Malva silvestris* L. in etwas anderer Weise, als dies der berühmte Forscher für *Malva crispa* angab.

Und zwar deshalb, weil, nach Meinung von Prof. STRASBURGER, bei den letzteren jede von ihrer gemeinschaftlichen Haut befreite Gone sich abrundet, ihre Wände verdickt und von außen sich mit einer Reihe keilförmiger, scharf endigender Stacheln bedeckt. Diese Stacheln, sowie die Wand, auf der sie ruhen, bedeckt alsdann die „durch ihren Lichtglanz besonders ausgezeichnete Lamelle der Außenschicht“ [2]).

Sobald der Pollen genügend herangewachsen ist, fängt seine nachträglich verdickte Exine (und zwar eigentlich „die innere gequollene Verdickungsschicht“)[3]) an, Poren zu erzeugen, die auf die primäre Haut münden und zwar an den Stellen, die von außen nicht mit Stacheln bedeckt sind[4]).

---

1) l. c. S. 87.

2) ED. STRASBURGER, l c S. 88.

3) ED. STRASBURGER, l. c. S. 88.

4) „Diese Poren münden an der Außenschicht in den Feldern zwischen den Stacheln“ ED. STRASBURGER l. c. S. 89. Über den Porenöffnungen ist die Außenschicht nach Meinung des Prof STRASBURGER „außerordentlich dünn und senkt sich in die Poren etwas ein“ S. 91. In seinem späteren Werke vom Jahre 1889 bestätigt STRASBURGER seine früheren Resultate, jedoch mit dem Unterschiede, daß er modifiziert: „. . . die Deutung, die (er) den Entwicklungsvorgängen gab . . .“ und zwar verneint er die direkte Beteiligung der Mikrosomen an der Erzeugung der keilförmigen äußeren Auswüchse („die Beteiligung dieser umgebender Körner am Wachstum der Stacheln kann jedenfalls nur eine indirekte sein.“ l. c. S. 59). In diesem Sinne erklärt auch STRASBURGER die Erzeugung der Pollenhäute ebenfalls bei *Althaea rosea*. Er sagt, daß bei *Althaea* nach Erzeugung der dreischichtigen Haut sich nach außen stachelige Auswüchse zu zeigen anfangen. Gleichzeitig schrumpft der Protoplast zusammen und steht von der Haut „in sehr regelmäßigen Abständen ab“. ED. STRASBURGER, „Die pflanzlichen Zellhäute“, Jahrb. f. wiss. Bot. 1898. Vgl. unten.

Indessen vollzieht sich bei *Malva silvestris* L.[1]) die Pollenentwicklung, meinen Forschungen nach, in folgender Weise:

Während die Gonen, mit ihrer eigenen zarten Haut überall bedeckt (Fig. 2 u. 3, Taf. XXIII, H u. G), sich endgültig von der Mutterhaut befreien, die gemäß dem von Prof. STRASBURGER Gesagten, sich langsam auflöst und zwar von den Rändern beginnend (Fig. 1, Taf. XXIII, R), erzeugen sie an der Innenseite der Primärhaut eine Reihe von Auswüchsen (Fig. 4 u. 5, Tafel XXIII, P u. V)[2]). Dieselben sind, soviel man ihres minimalen Durchmessers wegen beurteilen kann, gänzlich poröse (diese Porosität ist viel deutlicher, wenn die Auswüchse kürzer, aber viel breiter sind, wie dies der Fall ist, wenn anormal große Gonen entstehen, wovon später die Rede sein wird) zylindrische innere Auswüchse, die sehr leicht zerbrechlich sind. Diese Eigenschaft deutet schon darauf hin, daß sie im gegebenen Momente noch mit keiner „Verdickungsschicht" der Exine umgeben sind; sie endigen in dem dichtkörnigen Plasma, das von der Grundhaut absteht und keine morphologisch differenzierten (natürlich außer dem Kern) Gebilde besitzt (Fig. 4 u. 5, Taf. XXIII, V).

Jetzt erst beginnt der Bildungsakt der äußeren Stacheln in Form von sehr schwachen Nadeln, mit denen sich die Hülle der Gonen sehr dicht bedeckt

Die mikroskopischen Bilder der fixierten und gefärbten Präparate[3]) lassen diese Erscheinung, meiner Meinung nach, auf diese Weise erklären (natürlich nicht ohne gewissen Vorbehalt), daß aus dem Magma, das die Gonen umgibt, auf der Außenseite der Primärhaut derselben stachelförmige Gebilde entstehen, jedoch nur auf den Stellen, die vor der unmittelbaren Berührung mit dem Protoplasma oder dessen Produkten durch die primäre Haut geschützt sind[4]).

1) Sowie auch bei *Malva rotundifolia* L.

2) Deren Länge beträgt bei *Malva silvestris* 3 μ und bei *Malva rotundifolia* 2 μ.

3) Das Material wurde vermittelst 95proz Alkohols oder Alkohols mit Essigsäure im Verhältnis $^3/_4 : ^1/_4$ fixiert. Die Färbung war dreifach: vermittelst Safranin-Gentianaviolett-Orange G nach FLEMMING oder Hämatoxylin nach DELAFIELD oder Eisenhämatoxylin nach HAIDENHAIN.

4) Was die Beteiligung an der Erzeugung der äußeren Stacheln bei *Malva silvestris* L. und *M. rotundifolia* L., einerseits der Mikrosomen der Tapetenzellen, andrerseits aber des Pollen-Protoplasmas betrifft, so muß ich auf Grund meiner Beobachtungen auf die Annahme des Prof. STRASBURGER, die er im Jahre 1882 und 1889 veröffentlichte, verzichten (die Äußerungen seines ersten Werkes fanden im Jahre 1886 einen großen Gegner in der Person

Die aus den Pollenzellen durch die zylindrischen Auswüchse nach außen diffundierenden Stoffe würden natürlich nicht nur die Stelle der Entstehung der äußeren Stacheln bedingen, sondern ebenfalls deren Form erklären. Andernfalls wäre es schwierig, zu verstehen, warum wir es mit Keilen, deren Basis anfangs breit (nachher aber schmal) ist und die scharf endigen, zu tun haben und nicht mit einer Schicht von gleicher Dicke auf der ganzen Oberfläche zwischen den Porenmündungen.

Diese Auffassung scheint mir viel wahrscheinlicher als die Hypothese von STRASBURGER, nach dessen Meinung in den späteren Perioden der Entwicklung des Pollens: „die leblosen Substanzteilchen . . . den Weg durch die bereits stark verdickte, aus verschiedenen Schichten bestehende Exine einschlagen, um bis in die Stachelanlagen zu gelangen und zu ihrer Größenzunahme beizutragen“ [1]).

Das oben beschriebene Membranskelett unterliegt alsdann, wahrscheinlich nur (und zwar ihrer späteren Feinheit wegen) einer Dehnung an den Stellen, die keine inneren zylindrischen Auswüchse besitzen, zwischen welchen das Protoplasma anfängt, nachträgliche (primäre) Verdickungen der Exine aufzuschichten (Fig. 6, Taf. XXIII und Fig. 7, Taf. XXIV).

Ich halte es für angemessen hierbei zu bemerken, daß die Phase der bildlichen Darstellung auf Fig. 4 u. 5, Taf. XXIII in einem gewissen Grade an die Fig. 29, Taf. 29 des bekannten Werkes von STRASBURGER von 1898 erinnert.

Indem STRASBURGER dieselbe nach seiner Auffassung erklärt, schreibt er:

---

des Prof. WILLE) und zwar aus dem Grunde, weil die Gonen zu dieser Zeit im Innern einer ganz homogenen hyalinen Masse ruhen; weil ferner die Tapetenzellen noch auf ihrer Stelle stehen bleiben (das heißt ziemlich weit von den Gonen); und weil das Protoplasma nur am Gipfel der Auswüchse an die inneren Zylinder unmittelbar grenzt, während Stacheln aber schon ganz deutlich in Gestalt von Nadeln in den primären Häuten erscheinen und keine Mikrosomen oberhalb oder in deren Nähe besitzen. Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß auch für den erwähnten Fall die neueste Schlußfolge von STRASBURGER, gestützt auf die Forschungen des Wachstums der Sporen von *Isoötes* und *Selaginella*, angenommen werden muß: „daß die Stoffe für das Membranwachstum hier durch die Tapetenzellen geliefert werden und zwar auf die Entfernung“ (Flora 1907), jedoch mit dem Vorbehalt, daß vielleicht das Magma, das als Baumaterial für die Stacheln dient, bei *Malva* ebenfalls die Zersetzungsprodukte der Membran der Mutterzelle — nach Befreiung von den Gonen — als Bestandteile einschließt.

1) ED. STRASBURGER, Jahrb. f. wiss. Botanik 1898, S. 555 u. 556.

„Bevor noch diese (Verdickungsschicht) erzeugt wird, beginnt an der Außenseite der Pollenhaut die Anlage der Stacheln, die wie Vorstülpungen der Außenschicht dieser Haut erscheinen. Zugleich zeigt sich der Protoplast vor der Haut in regelmäßigen Abständen zurückgezogen und nur durch zapfenförmige Fortsätze mit ihr verbunden . . .“ Und etwas weiter: „die Verbindungsstellen der Protoplasten mit der Pollenwand bezeichnen die Stellen, an welchen die Verdickung der Exine unterbleibt“ [1]).

Übereinstimmend mit dem oben Gesagten wäre dies also eine, jedoch im entgegengesetzten Sinne erklärte, sehr frühe (wäre nicht die Gegenwart der schon gänzlich ausgebildeten Stacheln vorhanden) Phase der Bildung zylindrischer innerer Auswüchse. Eine noch größere Ähnlichkeit existiert zwischen meinen Abbildungen und den Abbildungen von N. WILLE [2]), die den Bau der Pollenhäute von *Armeria vulgaris* illustrieren. Dieselben sollen nach der Meinung des Autors als vorzüglicher Beweis des Wachstums der Häute im Wege der Intussusception dienen.

Nach der Meinung von WILLE sieht man schon während der sehr frühen Phasen der Bildung des Pollens, während noch die Gonen im Innern der Mutterzellenhäute ruhen, eine Reihe von Auswüchsen (vgl. Fig. 28, Taf. I in WILLEs Werk), die sich mit ihren Basen auf die kompakte Zellenhaut stützen. Den Charakter dieser Auswüchse, sowie deren spätere Gestalt, hat der Autor auf Fig. 27 u. 26, Taf. I illustriert.

Ich glaube, ich bin nicht sehr fern von der Wahrheit, wenn ich die erwähnten Auswüchse den von mir bemerkten Auswüchsen oder Trichtern bei *Malva silvestris* L. gleichstelle. Daraus würde jedoch hervorgehen (obgleich ich keine Gelegenheit hatte, die betreffenden Entwicklungsstadien bei *Armeria* zu beobachten), daß man die Auswüchse dieser Pflanze als Bildungen, die nach dem Innern des Protoplasten gerichtet sind, betrachten muß, die alsdann eine sekundäre Verdickung der Exine zwischen ihnen und endlich die schon von WILLE deutlich bezeichnete Intine aufschichtet.

1) ED. STRASBURGER, l. c. S. 555 u. 556.

2) N. WILLE, „Über die Entwicklungsgeschichte der Pollenkörner der Angiospermen und das Wachstum der Membranen durch Intussusception.“ Christiania. 1886.

Während des Bildungsprozesses der inneren Auswüchse und der äußeren Stacheln der primären Häutchen bleiben die Tapetenzellen des Pollens immer noch, wie ich dies schon erwähnte, auf ihrem Platz stehen, obgleich sie sich schon ihrer Häute entledigt haben und sich mit ihren Spitzen trichterförmig nach der Mitte der Anthere einsenken (Fig. 6, Taf. XXIII, T, u. Fig. 7, Taf. XXIV)[1]).

Als jedoch, während des Wachstums der Antherenhäute, ein rasches Wachsen der Pollenkörner beginnt, wandern die bis jetzt in situ gebliebenen Tapetenzellen langsam in das Innere des Antherenfaches hinein und zwar in Gestalt einer schaumförmigen vielkernigen Masse, die stellenweise dich an den Membranen und Auswüchsen des Pollens anliegt (Fig. 9, Taf. XXIV, Per.).

Gleichzeitig mit der Bildung der primären inneren Verdickungen der Exine, bildet sich auf ihrer äußeren Fläche, die mit Nadeln bedeckt ist, eine klare stäbchenartige Schicht, und diese beiden Prozesse verursachen eine zeitliche quantitative Erschöpfung des Protoplasten (Fig. 9, Taf. XXIV).

Dies geht jedoch schnell vorüber und in kurzem füllt der Protoplast von neuem fast dicht das Innere des Pollens aus (Fig. 10 und 11, Taf. XXIV).

In dieser Gestalt ähnelt die Exine sowohl von *Malva silvestris* L., als auch von *Malva rotundifolia* L., was den Bau anbetrifft, sehr

---

1) Größe der Pollenzellen von *Malva silvestris* L. während ihrer verschiedenen Entwicklungsstadien.

Größe der Gonen gleich nach ihrer Entledigung von der Mutterhaut.		Größe der Gonen im Augenblick der endgültigen Bildung der Skelettmembran.		Größe der vollständig ausgebildeten Pollenkörner.	
Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
32 μ	28 μ	32 μ	32 μ	64 μ	53,3 μ
24 „	24 „	32 „	32 „	64 „	56 „
24 „	24 „	32 „	32 „	64 „	48 „
28 „	24 „	32 „	24 „	64 „	53,3 „
24 „	24 „	32 „	32 „	64 „	56 „
24 „	24 „	32 „	32 „	56 „	56 „
32 „	28 „	32 „	32 „	64 „	64 „
28 „	24 „	32 „	28 „	56 „	53,3 „
32 „	28 „	32 „	32 „	56 „	56 „
32 „	32 „	32 „	32 „	64 „	64 „
32 „	32 „	32 „	32 „	64 „	53,3 „
28 „	28 „	32 „	32 „	64 „	64 „

den Membranen von *Ipomoea purpurea* (vgl. Fig. 17 des Werkes von RUDOLF BEER[1]).

Da die sekundäre Verdickung der Exine[2]) am Gipfel der Zylinder trichterförmige Erweiterungen von einer Höhe von 3 μ bildet (Fig. 10, Taf. XXIV) so würde sich bei der Messung ergeben, daß die primären Zylinderchen der Grundhaut sich der Länge nach gar nicht vergrößert haben.

Mit der Zeit werden diese Zylinderchen, die überall mit den primären Verdickungen der Exine überzogen sind, immer undeutlicher, wahrscheinlich lösen sie sich langsam auf und zwar vom oberen Ende anfangend (Fig. 10, Taf. XXIV„C), und auf diese Weise entsteht die sekundäre Pore von einer Weite von $\pm$ 2,5 μ.

Endlich fängt der dicht an den Membranen anliegende Protoplast an, die Intine abzuschichten und da er sich während dieses Vorganges in hohem Grade abnützt, bildet er eine Reihe Vakuolen, die endlich in ein Ganzes zusammenfließen und eine zentrale Vakuole bilden (Fig. 12, Taf. XXIV).

Während die Intine eine ungewöhnliche Feinheit zwischen den Intervallen der sekundären Poren beibehält, wie dies schon STRASBURGER bewies, bildet sie unter denselben Polster, die einerseits in den Protoplasten eindringen, andrerseits aber die sekundären Trichter der Poren in Form von Kegeln dicht verschließen.

Aus meiner obigen Darstellung dieses Vorganges ist leicht ersichtlich, wie man sich auch an den weiter unten beigefügten Figuren überzeugen kann, daß das Schema des Baues der Pollenhäute von *Malva silvestris* L., begründet auf deren Entstehungsvorgänge, sowohl von den Schemen von SACHS, VAN THIEGHEM und STRASBURGER (bezüglich *Althaea rosea* und *Malva crispa*) als auch von dem Schema von PH. BIOURGE[3]) (bezüglich *Malva silvestris* L.) abweicht. (Siehe Textfiguren S. 644.)

Indem ich mich an dieser Stelle auf obige Mitteilungen beschränke, möchte ich es nicht unterlassen, die Aufmerksamkeit auf

1) RUDOLF BEER, „Studies in Spore-Developement.“ Ann. of Botany p. 25, 1911.

2) Ihre Dicke erreicht 6 μ.

3) PH. BIOURGE, Récherches morphologiques et schimiques sur les grains de pollen.“ La cellule. T. VIII 1892.

das öftere Erscheinen von Gonen und zwar von einer ungewöhnlichen Größe, bei *Malva silvestris* L. zu lenken[1]) (Fig. 8, Taf. XXIV).

Ihre Skelettmembran ist nämlich, nachdem keine Spur mehr von der Membran der Tetrade vorhanden ist, von außen mit vorzüglich ausgebildeten Stacheln bedeckt (Fig. 8, Tafel XXIV, V) und besitzt trichterförmige Poren von großer Weite (Figur 8, Taf. XXIV, C).

Diese Tatsache ist insofern wichtig, als sie, entgegengesetzt der Meinung von Prof. STRASBURGER: „daß . . . liegt auch kein Grund mehr vor, nach einem Wachstumsvorgange für die Anlage und die Ausbildung der Stacheln auf der Exine zu suchen“ [2]), mit aller Bestimmtheit die unabhängige Entstehung der äußeren stacheligen Auswüchse aus dem schwach entwickelten und weit von der Membran befindlichen Protoplasten bestätigt; außerdem kann man daraus die Form und Weite der Zylinderchen beurteilen, indem sie uns dieselben etwas größer, wenn auch in etwas veränderter Gestalt darstellt.

Wegen Mangel in dieser Richtung an Vergleichungsmaterial anderer Malvaceen muß ich die obige Tatsache den, z. B. von TISCHLER zitierten, Angaben gleichstellen, der die Möglichkeit hatte, bei *Potentilla*, im Wege der Etiolisation, die Riesenpollenkörner zu beobachten[3]).

1)

Größe der Riesengonen	
Länge	Breite
60 μ	56 μ
48 „	48 „
56 „	48 „
48 „	42 „
64 „	32 „
56 „	46 „
48 „	42 „
64 „	40 „
64 „	51 „
56 „	48 „
56 „	46 „
64 „	42 „

2) ED. STRASBURGER, Jahrb. f. wiss. Bot. 1898, S. 553.

3) G. TISCHLER, „Zellenstudien an sterilen Bastardpflanzen.“ Leipzig, 1908. S. 84.

Auf jeden Fall wird durch diese Art von Gonen die Zahl der anderswoher bekannten Tatsachen vermehrt, indem sie dafür

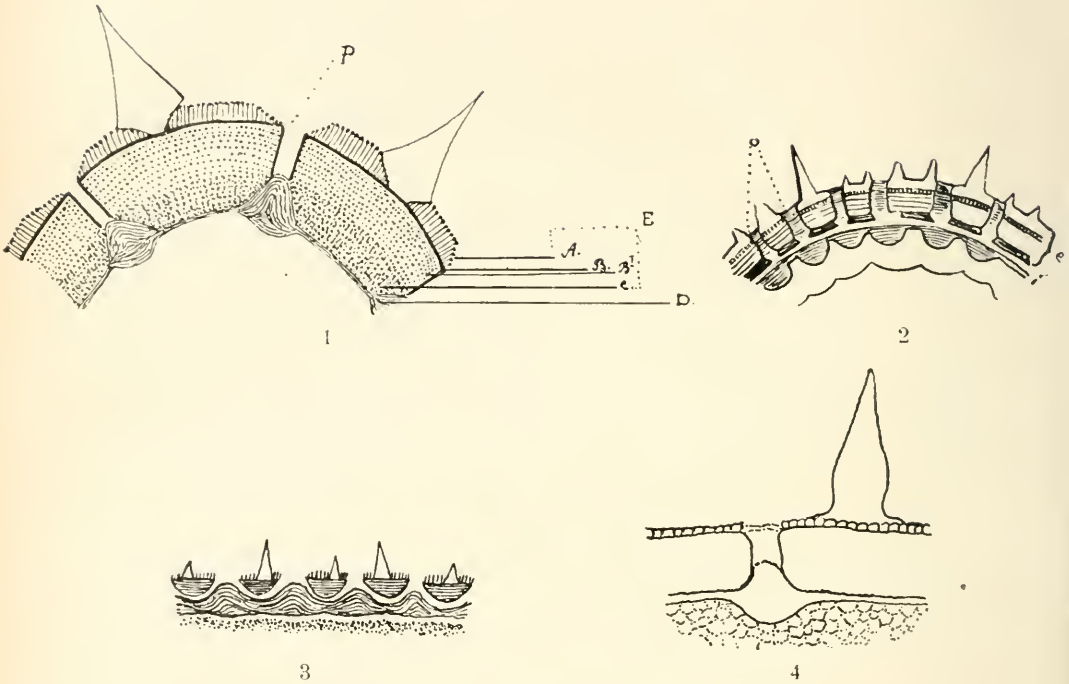


Fig. 1. Das Schema des Baues der Pollenhaut von *Malva silvestris* L. *A* Stäbchenschicht. *B* Grundhülle. *B¹* Primäre Verdickung. *C* Sekundäre Verdickung. *D* Intine. *E* Exine. *P* Poren.

Fig. 2. Stück eines Durchschnittes durch ein Pollenkorn von *Althaea rosea*. (Nach Sachs.) *e* Exine. *o* Die Löcher der Exine. *i* Intine.

Fig. 3. Durchschnitt durch Exine und Intine von *Malva silvestris* (La Cellule 1892.)

Fig. 4. Stück der Exine, der anschließenden Intine und des an diese grenzenden Inhalts eines reifen Pollenkorns von *Althaea rosea*. (Nach ED. STRASBURGER, Jahrb. f. wiss. B. 1898.)

sprechen, daß sogar die Grundhäute der Zellen ohne unmittelbare Beteiligung des Protoplasten weiter wachsen können[1]).

Warschau, November, 1911.

1) R. BEER, „On the Developement of the Pollen-grains and anther of some *Onagraceae*." Beih. z. Bot. Zentralbl., 1906, B. 19.

H. FITTING, „Bau und Entwicklungsgeschichte der Makrosporen von *Isoëtes* und *Selaginella* usw." Bot. Zeit., 1900, I Abt.

ED. STRASBURGER, „Apogamie bei *Marsilia*." Flora, 1907.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XXIII.

Fig. 1. *Malva silvestris* L. Unbedeckte Gonen im Innern der Umhüllung der Mutterzelle. Diese Umhüllung fängt an, sich an den Rändern aufzulösen.
Aufgenommen mit ZEISS Apochr. 3 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt.-Okular Nr. 4.

Fig. 2. *Malva silvestris* L. Behäutete Gonen im Innern der Umhüllung der Mutterzelle.
Aufgenommen mit ZEISS Apochr. 3 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt.-Okular Nr. 4.

Fig. 3. *Malva silvestris* L. Die von der Mutterhülle befreiten Gonen (G). Im Innern deren Plasma chondriosomale Bildungen.
Aufgenommen mit ZEISS Apochr. 3 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt-Okular Nr. 4.

Fig. 4. *Malva rotundofolia* L. Bildung zylindrischer Auswüchse (V u. P) auf der Grundhülle der Gone.
Aufgenommen mit ZEISS Imers. 2,00 mm (Apert. 1.30 mm) und Projekt.-Okular Nr. 4.

Fig. 5. *Malva silvestris* L. Bildung zylindrischer Auswüchse (V) auf der inneren Seite der Grundhülle der Gone
Aufgenommen mit ZEISS Apochr. 3 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt.-Okular Nr. 4.

Fig. 6. *Malva silvestris* L Die Gonen bilden äußere Stacheln (V). Die Tapetenzellen stehen noch auf ihrer Stelle. Die Wände des Staubbeutels haben sich infolge ihres Wachstums von der Tapetenschicht weggerückt.

Tafel XXIV.

Fig. 7. *Malva silvestris* L. Zwei Gonen mit verdickter Exine sind mit schon ganz deutlichen Stacheln bedeckt (V). In der Größe unterscheiden sie sich nicht sehr von den Staubzellen der vorigen Phase. Die Tapeten stehen immer noch auf ihrer Stelle.
Aufgenommen mit ZEISS Apochr. 3 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt-Okular Nr. 4.

Fig. 8. *Malva silvestris* L. Riesengonen mit etwas verdickter und trichterförmiger poröser Grundhaut mit Stacheln bedeckt (V)
Aufgenommen mit ZEISS Apochr. 3 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt.-Okular Nr. 4.

Fig. 9. *Malva silvestris* L. Bildung des Periplasten (Per). Protoplast (Pr) der schon ganz ausgewachsenen Gone, außerordentlich klein.
Aufgenommen mit ZEISS Apochr. 3 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt.-Okular Nr. 4.

Fig. 10. *Malva silvestris* L. Das nächste Entwicklungsstadium des Pollenkornes. Im Innern der sekundären Poren sieht man noch Ansatzstellen der primären Zylinderchen. Der Protoplast ist gewachsen. Sein Kern ist in drei Teile geteilt.
Fig. Nr. 10 sowie Nr. 11 und 12 sind aufgenommen mit Zeiss Apochr. 3,00 mm (Apert. 0,95 mm) und Projekt.-Okular Nr. 4.

Fig. 11. *Malva silvestris* L. Das Pollenkorn in der vorletzten Phase der Ausbildung. Man sieht, wie sich die Nadeln mit ihren verengten Basen auf die primäre Haut der Gone (V) stützen.

Fig. 12. Vollständig ausgebildetes Pollenkorn. Das Protoplasma verbirgt in seinem Innern die Vakuole. In der Stäbchenschicht seiner Exine sieht man die trichterförmigen Mündungen der sekundären Poren.

Sitzung vom 29. Dezember 1911.

Vorsitzender: Herr I. URBAN.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem Ableben unserer Ehrenmitglieder, der Herren

Sir **Jos. Hooker** und Dr. **E. Bornet**.

Sir **Hooker** starb im Alter von 94 Jahren in London, Herr **Bornet** im Alter von 83 Jahren in Paris.

Um das Andenken an die Verstorbenen zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Müller, Dr. **Arno**, Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamt (durch O. APPEL und E. RIEHM).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren

Forenbacher, Dr. **Aurel** in **Bonn**,
Schaffnit, Dr. **E.** in **Bromberg**,
Klein, **Richard** in **Wien**,
Kratzmann, **Ernst** in **Wien**,
Peche, **Kuno** in **Wien**,
Fuchs, Dr. **J.** in **Dahlem**,
Pascher, Dr. **A.** in **Prag**.

Die Resultate der laut § 22 der Satzungen vorgenommenen Wahlen wurden verlesen. Sämtliche von der Kommission vorgeschlagenen Herren sind gewählt worden. Es waren im ganzen 246 gültige Stimmzettel eingelaufen, die durch Herrn P. CLAUSSEN und den Sekretär geöffnet und gezählt wurden. Auf die einzelnen Herren fielen 230 bis 242 Stimmen; eine Verlesung der für die einzelnen Herren abgegebenen Stimmen wurde von den Anwesenden nicht gewünscht.

Wahlergebnis für 1912:
Präsident: G. HABERLANDT-Berlin,
Stellvertreter des Präsidenten: F. OLTMANNS-Freiburg i. B.
Ausschußmitglieder:

H. AMBRONN-Jena.
M. BÜSGEN-Hann.-Münden.
F. CZAPEK-Prag.
L. DIELS-Marburg.
O. DRUDE-Dresden.
A. FISCHER-Basel.
E. HEINRICHER-Innsbruck.
FR. V. HÖHNEL-Wien.
G. KARSTEN-Halle.
O. V. KIRCHNER-Hohenheim.
F. W. NEGER-Tharandt.
F. PAX-Breslau.
J. REINKE-Kiel.
H. SCHINZ-Zürich.
A. WIELER-Aachen.

Mitteilungen.

85. Aurel Forenbacher: Die Chondriosomen als Chromatophorenbildner.

(Mit Doppeltafel XXV.)

(Eingegangen am 2. Dezember 1911.)

In männlichen Geschlechtszellen von Insekten hat VON LA VALETTE ST. GEORGE[1]) 1886 stark lichtbrechende, mit Dahlia intra vitam lebhaft färbbare, Körnchen, „Cytomikrosomen", beschrieben, welche teils isoliert liegen, teils zu mehr oder minder langen Fädchen aneinander gereiht sind.

Die gleichen Körnchen sind später von verschiedenen Forschern, z. B. von HENKING[2]) (1891) und TOYAMA[3]) (1894), gesehen worden.

1) VON LA VALETTE ST. GEORGE, Spermatologische Beiträge. Zweite Mitteilung. Arch. f. mikr. Anat., Bd, 27, 1886.

2) H. HENKING, Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. II. Über Spermatogenese und deren Beziehung zur Eientwicklung bei Pyrrhocoris apterus L. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd 51, 1891.

3) K. TOYAMA, On the Spermatogenesis of the Silk-Worm. Bull. of the Agricultural Coll., Imp. Univ., Tokyo, Japan, 1894.

Neuerdings sind diese Körnchen besonders von BENDA und MEVES genauer studiert worden.

BENDA[1]) fand dieselben Körnchen 1897 bei der Maus und bei Phalangista, 1898 bei einer größeren Reihe anderer Wirbeltiere und schilderte ihr Verhalten bei der Histogenese der Spermien. Er bezeichnete sie als „Mitochondrien" (von *μίτος* Faden und *χόνδριον* Korn), wegen ihrer Vorliebe, sich zu Fäden aneinander zu reihen, und erklärte, daß sie „ein neues, vielleicht einer spezifischen Funktion dienendes Zellorgan" darstellen. Weiter zeigte BENDA (1899) bei vielen Wirbeltieren und verschiedenen Wirbellosen, daß die Mitochondrien sich in sämtlichen Generationen der samenbildenden Zellen finden. Er untersuchte auch andere Zellarten auf das Vorkommen von Mitochondrien und gewann dabei den Eindruck, „daß alle protoplasmareichen Zellen die entsprechend färbbaren und entsprechend angeordneten Körner wenigstens spurenweise enthalten." Er konstatierte ihr Vorhandensein in jugendlichen quergestreiften und glatten Muskelfasern, in Flimmerzellen, in Leukocyten und Knochenmarkszellen, in den SERTOLIschen und interstitiellen Zellen des Hodens, in Nierenepithelien, weiter in den Ovarialeiern und Zellen älterer Blastulastadien von Triton sowie in den Ei- und Follikelzellen der Maus. Sein besonderes Verdienst war aber, wie auch LEWITSKY[2]) mit Recht hervorhob, die Ausarbeitung der speziellen Fixierungs- und Färbungstechnik, welche ihm seine „Mitochondria" nicht nur sehr sicher und schön in Spermazellen, sondern auch in verschiedenen somatischen Zellen darzustellen ermöglichte.

1) C. BENDA, Neuere Mitteilungen über die Histogenese der Säugetierspermatozoen. Verh. d. phys. Ges. zu Berlin, Jahrg. 1896/1897.

Derselbe, Über die Entstehung der Spiralfaser des Verbindungsstückes der Säugetierspermien. Verh. d. anat. Ges. in Kiel, 1898.

Derselbe, Über die Spermatogenese der Vertebraten und höherer Evertebraten. Verh. d. phys. Ges. zu Berlin, Jahrg. 1897/1898.

Derselbe, Weitere Mitteilungen über die Mitochondria. Ibidem, Jahrg. 1898/1899.

Derselbe, Weitere Beobachtungen über die Mitochondria und ihr Verhältnis zu Sekretgranulationen nebst kritischen Bemerkungen. Ibidem, Jahrg. 1899/1900.

Derselbe, Die Mitochondria. Erg. d. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. 12, 1902.

2) G. LEWITSKY, Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Jahrg. 1910, Bd. XXVIII.

MEVES[1]) (1900) hat den Nachweis geführt, daß die Mitochondrien BENDAs mit den von V. LA VALETTE ST. GEORGE beschriebenen „Cytomikrosomen" identisch sind. Sodann hat er das Verhalten der Mitochondrien während der Mitose in den Spermatocyten von *Paludina* und *Pygaera* genau studiert. Was die physiologische Bedeutung der Mitochondrien anlangt, so hatte BENDA (1899) die Hypothese ausgesprochen, daß sie ein motorisches Organ der Zelle darstellen. MEVES hat aber schon 1899 einen Versuch ausgeführt, welcher zeigt, daß diese Annahme unzutreffend ist. Er fand nämlich, daß man an lebenden Salamandersamenfäden das von Mitochondrien freie Endstück mehr oder weniger weit hinter seinem Anfang abschneiden kann, ohne daß der Flossensaum dieses Abschnitts seine Bewegung einbüßt. BENDA (1903) bezeichnet diese Beobachtung

1) FR. MEVES, Über Struktur und Histogenese der Samenfäden von Salamandra maculosa. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 50, 1897.

Derselbe, Über das Verhalten der Zentralkörper bei der Histogenese der Samenfäden von Mensch und Ratte. Verh. d. anat. Ges. in Kiel 1898.

Derselbe, Über Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 54, 1899.

Derselbe, Über den von V. LA VALETTE ST. GEORGE entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 56, 1900.

Derselbe, Über das Vorkommen von Mitochondrien bzw. Chondromiten in Pflanzenzellen. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 22, 1904.

Derselbe, Die Spermatocytenteilungen bei der Honigbiene (Apis mellifica L.), nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 70, 1907.

Derselbe, Über Mitochondrien bzw. Chondriokonten in den Zellen junger Embryonen. Anat. Anz., Bd. 31, 1907.

Derselbe, Die Chondriokonten in ihrem Verhältnis zur Filarmasse FLEMMINGS. Ibidem.

Derselbe, Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen. Cytologische Studien am Hühnerembryo. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. 72, 1908.

Derselbe, Über Strukturen in den Zellen des embryonalen Stützgewebes sowie über die Entstehung der Bindegewebsfibrillen, insbesondere derjenigen der Sehne. Ibidem, Bd. 75, 1910.

Derselbe, Zur Einigung zwischen Faden- und Granulalehre des Protoplasmas. Beobachtungen an weißen Blutzellen. Ibidem.

Derselbe, Über Aussaat männlicher Mitochondrien im Ei bei der Befruchtung. Anat. Anz. Bd. 36, 1910.

Derselbe, Über die Beteiligung der Plastochondrien an der Befruchtung des Eies von Ascaris megalocephala. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 76, 1911.

Derselbe und J. DUESBERG, Die Spermatocytenteilungen bei der Hornisse (Vespa crabro L.) Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. 71, 1907.

zwar als „etwas problematisch". Wie aus MEVES' wichtiger Arbeit: „Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen" aus dem Jahre 1908 hervorgeht, hält er aber an ihrer Richtigkeit durchaus fest und betrachtet damit diese Hypothese BENDAs als widerlegt. Dagegen kann MEVES einer „anderen physiologischen Erwägung", mit welcher BENDA sein Referat in den Ergebnissen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte" (1903) schließt, nur beipflichten. BENDA sagt: Die von den Mitochondrien gebildete Hülle „liegt stets in dem Abschnitt des Spermiums, welcher unzweifelhaft bei der Befruchtung mit in das Ei dringt. Bei dem Ascarisspermium ist höchstwahrscheinlich der gestreifte Abschnitt, der voran in das Ei wandert, chondriogener Abkunft. Nach den Beobachtungen R. FICKs am Axolotl, L. MICHAELIS' am Triton, VAN DER STRICHTs bei der Fledermaus, HENKINGs bei Insekten, V. KOSTANECKIs bei Physa treten die Geißelabschnitte, die den chondriogenen Mantel besitzen, mit in die Sphärenstrahlung. In den Blastomeren von Triton . . . habe ich reichliche Mengen von Mitochondrien gefunden, aber es ist mir noch nicht gelungen, den entscheidenden Augenblick der Spermienumbildung abzufassen. Trotzdem ist mit Bestimmtheit vorauszusagen, daß die Mitochondrien, ebenso wie sie individualisiert die Mitosen überdauern, auch als individualisierte Bestandteile der männlichen Geschlechtszelle innerhalb der weiblichen wiedererscheinen und an der Befruchtung teilnehmen werden. Diese Feststellung, die mir als das dringendste Postulat erscheint, würde den Schlußstein in der Kennzeichnung der Mitochondrien als Zellorgan abgeben und einem dem Zelleib angehörenden Bestandteil die Rolle eines der Faktoren der Vererbung vindizieren, da das Vorhandensein der gleichen Gebilde in den weiblichen Geschlechtszellen von mir bereits unzweifelhaft beobachtet ist." MEVES selbst ist 1907 durch cytologische Beobachtungen an Wirbeltierembryonen dazu gekommen, die Meinung auszusprechen, daß die Mitochondrien als Vererbungsträger fungieren. Er fand, daß Gebilde, welche sich mit den zur Darstellung der Mitochondrien geeigneten Methoden intensiv färben, bei jungen Embryonen von Huhn und Säugetieren ausnahmslos in sämtlichen Zellen vorhanden sind. Sie erscheinen nur selten als Körner, Mitochondrien, viel häufiger als Stäbe oder als mehr oder weniger lange, meistens gewundene glatte Fäden, welche in ihrem ganzen Verlauf gleich dick sind. Stabförmige oder fadenförmige Mitochondrienkörper waren bis dahin hauptsächlich von sich teilenden Samenzellen bekannt, bei denen sie im Umkreis der Spindel gelagert sind. MEVES hatte sie zuerst als Chondriomiten bezeichnet,

wurde aber dann darauf aufmerksam, daß unter diesem Namen nach BENDA Reihen von Mitochondrien verstanden werden sollen, die in „Plasmafäden" eingefügt sind. MEVES schlug daher 1907 vor, Stäbe oder Fäden, die ausschließlich aus Mitochondriensubstanz bestehen, „Chondriokonten" zu nennen (von *χοντός*, lateinisch contus, Stange, Stab). Beide Arten von Bildungen, Mitochondrien und Chondriokonten, bezeichnete er zusammenfassend als „Chondriosomen". Wir akzeptieren diesen Namen trotzdem, daß er in den letzten Arbeiten (seit 1910) von MEVES dem der „Plastosomen" (d. h. Plastokonten oder Plastochondrien) weichen mußte. MEVES fand (1907, 1908), daß Chondriosomen in allen embryonalen Zellen gegenwärtig sind und kam zu der Überzeugung, daß sie die Anlagesubstanz für die verschiedensten Differenzierungen bilden, die im Lauf der Ontogenese auftreten. Nach ihm sind die Chondriosomen das den Differenzierungsprozessen zugrunde liegende materielle Substrat, welches „in den spezifischen Substanzen der verschiedenen Gewebe different" wird. Daraufhin hat er dann seinerseits die Chondriosomen als die Vererbungsträger des Protoplasmas oder als protoplasmatisches Idioplasma angesprochen. Seinen diesbezüglichen Standpunkt präzisierte er in der Arbeit: „Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen" (Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. Bd. 72, 1908, S. 849) folgendermaßen: „Indem ich den Chondriosomen eine wichtige Rolle bei der Übertragung erblicher Eigenschaften zuschreibe, denke ich nicht daran, ihnen die vererbende Kraft allein zu vindizieren und sie dem Kern abzusprechen. Meine Meinung geht vielmehr dahin, daß die Vererbung durch Protoplasma und Kern zusammen bewirkt wird. Die Qualitäten des Kernes werden durch die Chromosomen übertragen, diejenigen des Plasmas durch die Chondriosomen." Wie er in der Arbeit: „Über die Beteiligung der Plastochondrien an der Befruchtung des Eies von Ascaris megalocephala" (S. 685) selbst erwähnt, haben eine Reihe von Autoren (DUESBERG[1]) [1908, 1910], VAN DER STRICHT[2]) [1908,

1) J. DUESBERG, Sur l'existence de mitochondries dans l'oeuf et l'embryon d'Apis mellifica. Anat. Anz., Bd. 32, 1908.

Derselbe, La Spermiogénèse chez le rat. Arch. für Zellforschung, Bd. 2, 1908.

Derselbe, Sur la continuité des éléments mitochondriaux des cellules sexuelles et des chondriosomes des cellules embryonnaires. Anat. Anz., Bd. 35, 1910.

2) O. VAN DER STRICHT, La structure de l'oeuf de chienne et la genèse du corps jaune. Comptes rend. de l'association des anatomistes. Marseille, 1908.

Derselbe, La structure de l'oeuf des Mammifères. IIIe partie. L'oocyte

1909], GIGLIO-TOS und GRANATA[1]) [1908], LAMS[2]) [1910] u. a.) der Annahme, daß die Chondriosomen bei der Übertragung erblicher Anlagen beteiligt sind, zugestimmt. Dem gegenüber steht die Ansicht STRASBURGERs[3]), daß bloß die Kerne die Träger der erblichen Eigenschaften sind. Da nun aber das Cytoplasma des Pollenschlauchs den Spermakern, wie STRASBURGER selbst sagt, „an seinen Bestimmungsort befördert", so läßt es sich MEVES' Erachtens nicht ausschließen, daß etwas davon mit in das Ei hineingelangt. Ferner ist aber, meint er, die Möglichkeit nicht abzuweisen, daß schon ein einziges winziges Mitochondrium genügen könnte, um die Eigenschaften des väterlichen Cytoplasmas auf dasjenige des Eies zu übertragen. (Die Chondriosomen als Träger erbl. Anlagen, S. 859.) Es ist auch interessant, daß MEVES die Chondriosomen überhaupt als den einzigen Bestandteil des Protoplasmas, welcher bei der Vererbung wirksam sein kann, betrachtet. Nicht die Zelle als Ganzes ist der Sitz der Vererbungspotenzen! (Über die Beteiligung der Plastochondrien an der Befruchtung des Eies von Ascaris megalocephala. Arch. f. mikr. Anat. und Entwicklungsgesch., Bd. 76, 1911, S. 709.) Gegen Parallelisierung der Chondriosomen mit dem Kernchromatin, gegen ihre Ausnutzung als Vererbungssubstanz des Zelleibes, hat sich in der letzten Zeit besonders J. SCHAXEL[4]) ausgesprochen.

Bis zur Mitteilung von FR. MEVES sind Chondriosomen nur in tierischen Zellen beschrieben worden. Auf der Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft vom 27. Mai 1904 gelangte die Arbeit von FR. MEVES, betitelt: „Über das Vorkommen von Mitochondrien bzw. Chondromiten in Pflanzenzellen" zum Vortrag. Dieselbe ist in den Berichten der Deutsch. Bot. Ges., Bd. 22, 1904,

---

à la fin du stade d'accroissement, au stade de la maturation, au stade de la fécondation et au début de la segmentation. Mémoires publiés par la Classe des sciences de l'Acad royale de Belgique, sér. 2, t. 2, 1909.

1) E. GIGLIO-TOS und L. GRANATA, I mitocondri nelle cellule seminali maschili di Pamphagus marmoratus (Burm.). Biologica, vol. 2, 1908.

2) H. LAMS, Recherches sur l'oeuf d'Arion empiricorum (Fér.). Mémoires publ. par la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, sér. 2, t. 2, 1910.

3) E. STRASBURGER, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung, 1884.

Derselbe, Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45, 1908.

4) J. SCHAXEL, Plasmastrukturen, Chondriosomen und Chromidien. Anat. Anz., Bd. 39, 1911.

S. 284—286, abgedruckt worden. MEVES hat eine gelegentliche Beobachtung an Tapetenzellen gemacht, welche die Pollenfächer jugendlicher Antheren von *Nymphaea alba* auskleiden. Die Antheren waren mit FLEMMINGschem Gemisch fixiert und die Paraffinschnitte mit Eisenhämatoxylin in der Modifikation von MEVES (vgl. STRASBURGERs Botanisches Praktikum, IV. Aufl., S. 70) gefärbt worden. „An diesen Stellen", sagt MEVES, „bieten die Tapetenzellen folgendes Bild: Ihre Zellsubstanz ist von feinen, aber ungleich großen Vakuolen dicht durchsetzt. Sie schließt einen oder zwei Kerne ein, welche typische Osmiumwirkung zeigen. Außerdem aber enthält sie lange, unregelmäßig gewundene ziemlich dicke Fäden, welche sich mit Eisenhämatoxylin intensiv schwarz gefärbt haben. In den meisten Zellen sind sie an einer oder zwei Stellen zu dichteren Knäueln zusammengeballt. Diese Fäden können nun auf Grund ihres Aussehens und ihrer Färbbarkeit nicht wohl etwas anderes sein als die von tierischen Zellen bekannten Chondromiten."

MEVES' Beobachtungen wurden von TISCHLER[1]) bestätigt. Er hat etwas Ähnliches ebenfalls in den Tapetenzellen bei *Ribes* gesehen und als „Chromidialsubstanz in Strängen und Fäden im Plasma" bezeichnet; er läßt dieselben von den aus dem Kerne herausgetretenen „Chromatinpartikeln" stammen.

Gebilde, die identisch mit den von MEVES und TISCHLER beschriebenen sind, wurden ferner von A. E. V. SMIRNOW[2]) (1906) in den Zellen von Hyazinthenwurzeln und Erbsenkeimen, sowohl in frischem als auch in fixiertem und gefärbtem Zustand wahrgenommen.

Voriges Jahr hatten J. DUESBERG und H. HOVEN[3]) auch die „Chondriosomen" in verschiedenen Zellen des Keimes bei *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*, *Allium porrum* und in den Blättern von *Tradescantia* gesehen und teilweise abgebildet. Sie sind auch der Ansicht, daß die Chondriosomen in den Pflanzenzellen denjenigen in den tierischen homolog seien.

Von den älteren Angaben in der botanischen Literatur darf

1) G. TISCHLER, Über die Entwicklung des Pollens und der Tapetenzellen bei *Ribes*-Hybriden. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 42, 1906.

2) A. E. V. SMIRNOW, Über die Mitochondrien und den Golgischen Bildungen analoge Strukturen in einigen Zellen von *Hyacinthus orientalis*. Anat. Hefte, Bd. 32, 1907.

3) J. DUESBERG et H. HOVEN, Observations sur la structure du protoplasme des cellules végétales. Anat. Anz., Bd. 36, 1910.

man nicht vergessen die „Granula" von ZIMMERMANN[1]), welche ihrem ganzen Verhalten nach mit den von R. ALTMANN[2]) im Cytoplasma der tierischen Zellen beobachteten Differenzierungen übereinstimmen, und besonders die „kleinen, das Licht ziemlich stark brechenden Körnchen, welche in der Regel zu mehreren perlschnurförmig aneinander gereiht, auch paarweise oder einzeln gruppiert sind" und welche C. MIKOSCH[3]) sowohl in vivo als fixiert und gefärbt in Epidermis- und Parenchymzellen bei einigen Pflanzen gesehen hatte. Ob die eigentümlichen Fadenbildungen, welche die Brüder BOUIN (Bibliographie anatomique 1898) in der Embryosackmutterzelle von Liliaceen als „eryastoplasmatische" im Sinne von GARNIER und PRENANT beschrieben haben, Chondriosomenbildungen darstellen, läßt sich nicht sagen, wie das auch MEVES (1904) erwähnt.

In der letzten Zeit sind zwei in mehrfacher Hinsicht wichtige Arbeiten auf diesem Gebiete unabhängig voneinander erschienen. Eine davon schrieb der Italiener A. PENSA[4]), die andere der Russe G. LEWITSKY[5]).

PENSA hat Fruchtanlagen mehrerer Pflanzen untersucht und sich dabei der Methoden von GOLGI und CAJAL bedient. In jungen Fruchtanlagen noch nicht aufgebrochener Blüten sieht er im Cytoplasma runde oder ovale Körner, die meistens zerstreut liegen, aber mit der Tendenz, sich an die Peripherie oder um den Kern zu sammeln. Die Größe der Körner nimmt im allgemeinen mit dem Entwicklungsgrad der Blüte zu. Manchmal — wie bei *Tulipa* — haben die Strukturen Form von Ringen oder Körbchen. Er hat auch Bildungen gesehen, die dem „apparato reticolare" GOLGIs ähneln, oder Stäbchen und Fäden, die gerade oder ösenförmig oder in anderer Weise gebogen sind. Besonders wichtig erscheint aber, daß nach PENSA die erwähnten Körnchen in Chromatophoren übergehen. Er selbst äußert sich darüber folgendermaßen: „Tutte queste formazioni che ho descritto e che si colorano in nero col metodo dell'argento ridotto e che somigliano, dal punto

1) A. ZIMMERMANN, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Heft I, 1890.

2) R. ALTMANN, Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. 1890.

3) C. MIKOSCH, Über Strukturen im pflanzlichen Protoplasma. Verh. der Ges. Deutsch. Naturforscher u. Ärzte. 66. Versammlung zu Wien, 1894.

4) A. PENSA, Alcune formazioni endocellulari dei vegetali. Anat. Anz. Bd. 37, 1910.

5) G. LEWITSKY, Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 28, 1910.

di vista morfologico, in modo così perfetto ai mitocondri delle cellule animali sono intimamente legate alla formazione dei cloroleuciti o corpi clorofilliani, anzi rappresentano le varie fasi di sviluppo dei cloroleuciti stessi. È facile convincersene perchè i cloroleuciti completamente formati si colorano anch' essi in nero o in bruno col metodo indicato e si possono seguire i varii stadii di passagio dalle forme più svariate di granuli, di bastoncini, di filamenti a quelle per le quali è indubbia la natura di cloroplasta" (l. c. p. 330).

Zu ähnlichen Resultaten ist LEWITSKY gekommen. Er untersuchte verschiedene Pflanzenteile, die mit „BENDAscher Flüssigkeit"[1]) fixiert und nach dem MEVESschen Eisenhämatoxylinverfahren[2]) gefärbt wurden. In allen Fällen hat er den von MEVES und anderen als „Chondriosomen" bezeichneten Stukturen ganz analoge gefunden und, was von Bedeutung ist, ihre Verwandlung zu Chromatophoren verfolgt. Außer BENDAscher Flüssigkeit bediente er sich noch des Gemisches von 10 proz. Formalin (85 T.) und 1 proz. Chromsäure (15 T.) mit nachfolgender Behandlung mit „starkem FLEMMING ohne Eisessig" (5 Tage). Die Resultate waren dieselben. Beziehungen der Chondriosomen zum Kern, wie solche GOLDSCHMIDT[3]) für seinen „Chromidialapparat lebhaft funktionierender Zellen" angibt, konnte auch LEWITSKY für die eben besprochenen Gebilde in keinem Falle nachweisen. In allen seinen Zeichnungen, wo die Chondriosomen in dem Kerne zu liegen oder aus dem Kerne hinauszuragen scheinen, befinden sie sich in Wirklichkeit im Cytoplasma, ober- oder unterhalb des Kernes, was ich auch auf Grund meiner eigenen Beobachtungen bestätigen kann. Die Ergebnisse der Untersuchungen von PENSA und LEWITSKY erinnern sehr an die von LUNDEGARD[4]) beschriebenen Verhältnisse in den Wurzelmeristemzellen von *Vicia faba*. Er beobachtete hier ganz ähnliche Strukturen wie PENSA und LEWITSKY sie beobachtet haben, meint aber, daß sie zum großen Teil durch die Fixierung geschaffen waren[5]).

1) 15 ccm 1 proz. Chromsäure, 4 ccm 2 proz. Osm.-Säure, 3 bis 5 Tropfen Eisessig.

2) Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 70, 1907.

3) R. GOLDSCHMIDT, Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Zool. Jahrbücher, Abt. f. Anat. u. Ontogen., Bd. 21, 1904.

4) H. LUNDEGARD, Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbungshypothesen. Über Protoplasmastrukturen in den Wurzelmeristemzellen von *Vicia faba*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 48, 1910.

5) Vgl. auch LUNDEGÅRDs Ref. der Arbeiten von PENSA u. LEWITSKY im Arch. f. Zellforschung, Bd. VI, 1911, S. 640.

Da das Hauptresultat der Arbeiten von PENSA und LEWITSKY, formuliert in dem Satze: Die Chromatophoren entwickeln sich aus Chondriosomen, sehr skeptisch aufgenommen wurde und sogar von einer Seite (ARTHUR MEYER[1]) als „wohl sicher unrichtig" bezeichnet wurde, so lohnte es sich, Untersuchungen anzustellen, ob Übergänge zwischen den „Chondriosomen" und Chromatophoren wirklich vorkämen.

Nach völligem Abschluß meiner diesbezüglichen Untersuchungen, die auch mich von der Richtigkeit des oben formulierten Satzes überzeugten, erschienen in „Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences" (Tome 153, Paris 1911) die Notizen von A. GUILLIERMOND: „Sur les mitochondries des cellules végétales" (17. Juillet 1911) und „Sur la formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries" (24. Juillet 1911). Besonders klar fanden in der zweiten Notiz unsere Untersuchungen Bestätigung, indem sich GUILLIERMOND in folgender Weise ausdrückt: „Ainsi, on observe toutes les formes de transition, d'une part entre les chondriocontes primitifs et les grains ovoïdes, et de l'autre entre les grains ovoïdes et les chloroleucites. Cette transformation peut d'ailleurs ne pas s'effectuer simultanément et il n'est pas rare de rencontre dans une même cellule, à côté de chloroleucites presque formés, une série de formes intermédiaires entre les chondriocontes et les chloroleucites. On est donc bien forcé d'admettre que les chloroleucites sont le résultat d'une simple transformation des chondriocontes" (l. c., p. 292).

Die Untersuchungen, die ich an dieser Stelle mitteilen will, sind an verschiedenen Pflanzenteilen von *Tradescantia virginica* ausgeführt worden.

Zur Fixierung des Materials habe ich hauptsächlich eine modifizierte „BENDAsche Flüssigkeit"[2]) angewandt. Außer derselben bediente ich mich zum gleichen Zwecke auch des absoluten Alkohols mit ganz gutem Erfolge.

Zur Färbung der Chondriosomen habe ich mich in erster Linie der Eisenhämatoxylinmethode nach M. HEIDENHAIN, modifiziert nach MEVES[3]), bedient. Gute Erfolge erzielte ich auch

1) A. MEYER, Bemerkungen zu G. LEWITSKY: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. der Deutsch. Botan. Ges., Bd. 29, 1911, Seite 158.

2) 15 ccm $^1/_2$proz. Chromsäure, 3—4 ccm 2proz. Osmiumsäure, ohne Eisessig!

3) Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 70, 1907.

mit der im Bonner botanischen Institut für pflanzliche Objekte besonders ausgeprobten Dreifachfärbung mit Safranin-Gentiana-violett-Orange.

Bei meiner Untersuchung ging ich zuerst von schon ausgebildeten Chloroplasten, wie man sie z. B. in der älteren Stengelrinde und ausgewachsenen Blättern vorfindet, aus und verfolgte ihre Entstehung und allmähliche Umwandlung aus den Chondriosomen der Zellen in der Stengelspitze. Dabei fand ich alle Übergänge von faden- und spindelförmigen Chondriosomen, wie sie in den Dermatogenzellen der Stengelspitze vorkommen, zu den grünen Chromatophoren der Rinde und der Blätter. Als Zwischenglieder kann man hantel- und körnerförmige Gebilde ansehen, die allmählich in die Chromatophoren übergehen. Im weiteren Verlaufe meiner Untersuchung fand ich in den Wurzeln eine ähnliche Umwandlung der faden- und spindelförmigen Chondriosomen aus den Zellen des Dermatogens bis zu den ausgebildeten Leukoplasten der Wurzelrinde. Es ist erwähnenswert, daß ich immer sowohl im Stengel wie in der Wurzel neben den schon entwickelten Chromatophoren noch Gebilde, die morphologisch mit den Chondriosomen vollkommen übereinstimmen, vorfand.

Ausgehend von fertigen Chloroplasten, wie wir sie in den Blättern (Fig. 1) und in der grünen Stengelrinde (Fig. 2) typisch vorfinden, und gegen die Stengelspitze zu fortschreitend finden wir alle Übergänge, die von denselben zu den faden- und spindelförmigen Chondriosomen, wie wir sie in den Dermatogenzellen der Stengelspitze beobachten, führen. Auf Fig. 3, welche die Chloroplasten aus einer Rindenzelle in der Nähe der Stengelspitze darstellt, sind noch alle Strukturverhältnisse der grünen Chromatophoren zu sehen. In der Rinde weiter gegen die Stengelspitze fortschreitend treten die Strukturverhältnisse von Chromatophoren, bloß angedeutet noch in der Form von hellen Spalten (wahrscheinlich ausgeschiedene Stärke), allmählich zurück und auf den Fig. 4—7, welche dies darstellen, haben wir schon Übergangsstadien von den grünen Chromatophoren zu den hantel- und körnerförmigen Chondriosomen vor uns, wie wir sie typisch ausgebildet auf Fig. 8, die eine Zelle aus dem Periblem der Stengelspitze darstellt, vorfinden. In den Stadien, die durch die Fig. 4 bis 7 dargestellt sind, treten uns meistens noch die bekannten Teilungsfiguren der Chromatophoren entgegen. Das Stadium der Fig. 8, in dem der hantel- und körnerförmige Typus der Chondriosomen Oberhand über den faden- und spindelförmigen in den Dermatogenzellen (Fig. 10) gewonnen hat, ist mit demselben durch

ein Übergangsstadium, dargestellt auf Fig. 9 (auch eine Zelle aus dem Periblem), verbunden.

Ähnlich wie in dem Stengel verläuft auch in der Wurzel die Umwandlung von Chondriosomen in die Chromatophoren. Auch hier ist leicht die Umwandlung von faden- und spindelförmigen Chondriosomen der Dermatogenzellen (Fig. 11) zu den ausgebildeten Leukoplasten der Wurzelrinde (Fig. 13) zu verfolgen. Als Zwischenformen treten uns auch hier die hantel- und körnerförmigen Chondriosomen, wie wir sie in den jüngeren Zellen der äußeren Periblemschicht vorfinden, entgegen (Fig. 12). Wie auch LEWITSKY[1]) an seinen Objekten beobachten konnte, zeigen die Leukoplasten eine dunklere Schale und helleres (nicht homogenes) Mark; sie sind meistens miteinander durch ziemlich dünne, doch sehr scharf hervortretende Fäden verbunden. Ebenso wie Chloroplasten entwickeln sich auch die Leukoplasten von den faden- und spindelförmigen Chondriosomen in der Weise, daß dieselben an ihren Enden anschwellen, in der Mitte dagegen dünner und länger werden. Wie LEWITSKY mit Recht bemerkt, ist an diesen Anschwellungen ihre scharf differenzierte Schale eigentümlich; das erinnert uns an die Verhältnisse, die wir auch bei den Chloroplastenanlagen gesehen haben (Fig. 4—7). Daß die größeren elliptischen Körper (Fig. 13), welche außer den zahlreichen Körnern und Körnerfäden in den erwachsenen peripherischen Zellen der Rinde vorkommen und sich durch besondere Strukturverhältnisse („dunklere Schale und helleres Mark") auszeichnen, wirklich Leukoplasten sind, davon überzeugte mich die Untersuchung des lebenden Materials.

Die oben beschriebenen Beobachtungen über die Entwicklung der Chloroplasten bzw. Leukoplasten bei *Tradescantia virginica* zeigen, worauf auch LEWITSKY[2]) für sein Objekt (*Asparagus officinalis*) hinwies, eine unzweideutige Übereinstimmung mit den betreffenden Angaben von MIKOSCH[3]) für *Allium Cepa* und *Galanthus nivalis*. Die ersten wahrnehmbaren Anlagen der Chlorophyllkörner an der Basis der jungen Blätter der genannten Pflanzen sind nach MIKOSCH auch spindel- oder stäbchenförmig, mitunter von ganz eigentümlicher Gestalt, und nehmen erst in älteren Gewebsschichten schärfere Contouren an. Die Beobachtungen von MIKOSCH fanden an lebenden Pflanzenteilen statt!

1) l. c., S. 543.

2) l. c., S. 545.

3) C. MIKOSCH, Über die Entstehung der Chlorophyllkörner. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien, mathem.-naturwiss. Kl., Bd. XLII, 1885.

Die beschriebene Umwandlungsfähigkeit der Strukturen deutet auf rege stoffliche Beziehungen zwischen den betreffenden Bildungen und der umgebenden Zellsubstanz. Ob in ihnen ein selbständiger Stoffwechsel stattfindet, in welchem Falle sie eine biologische Individualität hätten, wird die Zukunft lehren.

Bonn, Botanisches Institut der Universität, 13. August 1911.

Erklärung der Doppeltafel XXV.

Die Zeichnungen rühren von einem Material her, das mit einer modifizierten BENDAschen Flüssigkeit fixiert und mit Eisenhämatoxylin gefärbt worden war. Ich entwarf sie nach Mikrotomschnitten mit Hilfe des Zeichenapparats nach ABBE.

Fig. 1. Fertige Chloroplasten aus dem Mesophyll eines Blattes. Vergr. 2250.
Fig. 2. Fertige Chloroplasten aus einer peripherischen Zelle der Stengelrinde. Vergr. 2250.
Fig. 3. Chloroplasten aus einer ebensolchen Zelle schon etwas näher der Stengelspitze. Vergr. 2250.
Fig. 4. Chloroplasten ebenfalls aus einer Rindenzelle, aber ziemlich nahe der Stengelspitze. Vergr. 2250.
Fig. 5. In Bildung begriffene Chloroplasten aus einer ebensolchen Zelle, aber ein jüngeres Stadium darstellend. Vergr. 2250.
Fig. 6. Zelle aus der Rinde in der Nähe der Stengelspitze, aber noch ein jüngeres Stadium der Chloroplastenentstehung darstellend. Vergr. 2250.
Fig. 7. Übergangsstadium der Chondriosomen in die grünen Chromatophoren aus einer ebensolchen Zelle sehr nahe der Stengelspitze. Vergr. 2250.
Fig. 8. Zelle aus der äußeren Periblemschicht der Stengelspitze. Vergr. 2250.
Fig. 9 Etwas jüngere Zelle aus ebensolcher Schicht. Vergr. 2250.
Fig. 10. Zelle aus dem Dermatogen der Stengelspitze. Vergr. 2250.
Fig. 11. Zelle aus dem Dermatogen der Wurzelspitze. Vergr. 2250.
Fig. 12. Jüngere Zelle aus der äußeren Periblemschicht der Wurzelspitze. Vergr. 2250.
Fig. 13. Zelle der Wurzelrinde in der Nähe der Wurzelspitze. Vergr. 2250.

86. Otto Müller: Diatomeenrest aus den Turonschichten der Kreide.

(Mit Tafel XXVI.)

(Eingegangen am 3. Dezember 1911.)

Die Paläobotanische Abteilung der Königlichen Geologischen Landesanstalt übersandte mir einen Diatomeenrest aus den Turonschichten der Kreide (Rilmerich, Westfalen)[1]. Derselbe war von dem Töchterschullehrer Herrn Franke in Dortmund gefunden und präpariert worden. Das mir überwiesene Präparat enthielt nur einen einzelnen Schalendeckel einer discoiden marinen Diatomee, der zwar stark inkrustiert, übrigens aber gut erhalten war. So gering dieser Rest auch scheinen mag, darf er doch allgemeineres Interesse beanspruchen, schon weil er aus Schichten stammt, aus denen Diatomeen wahrscheinlich bisher nicht bekannt waren.

Nach dem von F. Schütt[2]) aufgestellten System gehört diese Schale der Unterfamilie Discoideae, Tribus Actinodisceae an, bildet aber ein neues Genus, welches ich *Actinoclava* benenne und einen neuen Subtribus Actinoclavinae.

Discoideae — Actinodisceae — Actinoclavinae.

***Actinoclava* n. gen.**

Die Diagnose ist aus der einzigen Art nicht scharf zu begrenzen, sie lautet vorläufig:

Schale radiär, aber nicht rein actinomorph. Strahlen keulenförmig, den Rand nicht erreichend. Randständig ein Kranz von keilförmigen getrennten Lappen, die parallel der Schalenfläche, aber über derselben liegen.

Actinoclava Frankei[3]) n. sp. Taf. XXVI, Fig. 1.

Schale kreisrund, radiär gebaut, aber nicht rein actinomorph. Äußere Umrißlinie leicht gewellt. Zentrale Area schwach vorgewölbt, ob hyalin oder strukturiert wegen Inkrustation nicht erkennbar. 17 etwas zackig verbogene Radialstrahlen teilen die sonst ebene Schalenfläche in ebenso viele nicht gewölbte Seg-

1) Das Turon ist die mittlere Schicht der oberen Kreide.

2) Schütt, F., Bacillariales. Engler und Prantl, Pflanzenfamilien. I. Teil. I. Abt. b. S. 55, 68—76.

3) Die Art benenne ich nach dem Finder Herrn Franke.

mente. Länge der Strahlen 64 bis 84 μ. Die vom Umfange der zentralen Area ausgehenden Strahlen gabeln sich nach 20 bis 40 μ ihres peripheren Verlaufes und umschließen je ein unregelmäßig keulenförmiges, dunkler gefärbtes Feld, dessen breites, meist convexes Ende 16 bis 25 μ vom Schalenrande entfernt bleibt; die Segmente gehen daher am Rande der Schale in ein ununterbrochenes, entsprechend breites Band über. Die Längen der 17 keulenförmigen Felder schwanken von 30 bis 60 μ, die größten Breiten von 9 bis 20 μ. — Randständig ein Kranz von 24 flachen keilförmigen Lappen, deren Basis dem Schalenrande anliegt, deren Spitze zentralwärts gerichtet ist, — Umrißlinien der Lappen unregelmäßig gewellt; Länge 20 bis 48 μ, größte Breiten 16 bis 24 μ. Zwischen den Lappen kleinere oder größere Abstände, nur an zwei Stellen des Schalenrandes scheinen sich je 2 und 3 Lappen mit ihrer Basis zu berühren, die Spitzen bleiben getrennt. Die Ebene der Lappen ist der Ebene der Schalenfläche parallel, liegt aber ca. 19 μ über der letzteren, den Brechungskoeffizienten des kristallinischen Kalkspates der Inkrustationen zu 1,6 angenommen. Feinere Strukturen der Schalenfläche wegen Inkrustation nicht erkennbar. Schale aus gleichem Grunde im polarisierten Lichte anisotrop. Durchmesser 215 μ.

Ob das am Rande hervortretende Gebilde der Schale angehört, ist fraglich, aber nicht wahrscheinlich.

Dieser Schale ist die gestielt keulenförmige Form der Radialstrahlen, die schon in beträchtlicher Entfernung vom Rande endigen, eigentümlich. Die Strahlen sind im Anfange ihres peripheren Verlaufes bis zur Gabelung nicht geradlinig, sondern leicht zackig und scharf; nach der Gabelung werden die Konturen der sie umschließenden Felder undeutlicher. Bifurcationen, auch Dichotomie der Radialstrahlen finden sich zwar bei vielen Actinodiscen, doch teils als einfache Gabelung, z. B. bei *Stictodiscus nankoorensis* Grun[1]) von Nankoori, *Stictodiscus (Cladogramma) conicus* Greville[2]) von Barbardoes, teils als Begrenzungen randständiger Felder, wie bei den Asterolampreen und Asteromphaleen. In diesen Gattungen ist, meines Erachtens, der Übergang der einfachen geraden Radialstrahlen in die Grenzlinien der mannigfach gestalteten Randfelder als Bifurkation dieser Strahlen aufzufassen. Diese Deutung wird durch die dichotomische Verzweigung der Strahlen bei *Asterolampra*

1) SCHMIDT, Atl. d. Diatomeenkunde. Taf. 74, 2—3.

2) GREVILLE, New Diat. Ser. XVII. Trans. Micr. Soc. Vol XIII. S. 97, t. VIII. 1, 2. — SCHÜTT, Bacill. S. 69, Fig. 94.

Ralfsiana Grev.[1]) von Barbadoes, Taf. XXVI, Fig. 5, welche hier als die Randfelder selbst auftreten, gestützt. Einfache Bifurkation besteht beispielsweise bei *Asterolampra marylandica* Ehr.[2]) von Barbadoes, Taf. XXVI, Fig. 6, *Asterolampra eximia* Grev.[3]) von Barbadoes, *Asterolampra insignis* A. Schm.[4]) von Oamaru, *Asterolampra affinis* Grev.[5]) von Barbadoes, Umrißlinie der Randfelder punktiert. Unvollkommene seitliche Verzweigungen bilden die inneren gekerbten Ränder der Randfelder von *Asterolampra crenata* Grev.[6]) von Barbadoes, Taf. XXVI, Fig. 7, aus. Bei *Asterolampra decorata* Grev.[7]) von Barbadoes, Taf. XXVI, Fig. 8, dringen die seitlichen Verzweigungen weiter vor und erscheinen als geschlossene längliche Areolen. Ein ähnliches Verhalten der Radialstrahlen beobachtet man bei *Asterolampra splendida* Grev.[8]) von Barbadoes. — Auch bei vielen Arten der Gattung *Asteromphalus* finden sich Beispiele von Verzweigungen der Radialstrahlen und zugleich ein ausgesprochen zackiger Verlauf der unverzweigten Teile der Strahlen[9]).

Gabelungen und Felderbildungen der Radialstrahlen bei anderen Actinodiscen sind daher häufig; aber die Form, in der dies bei *Actinoclara* geschieht, ist abweichend und durchaus eigenartig. Diese Strukturverhältnisse werfen aber einiges Licht auf die verwandtschaftlichen Beziehungen, insbesondere zu den Gattungen *Asterolampra* und *Asteromphalus*.

Eine weitere Eigentümlichkeit ist der randständige Kranz isolierter Lappen, die wesentlich höher als die Schalenfläche liegen. Mir ist kein analoger Fall bekannt, daß der Schalenrand sich über die Schalenfläche erhebt, zentralwärts umbiegt und in einem Kranze voneinander getrennter, der Schalenfläche paralleler Lappen endigt. Der rechtwinklig zur Schalenfläche sich erhebende und diese überragende Rand von *Triceratium favus* Ehr. biegt nicht

1) Greville, Gen. *Asterolampra*. Tr. M. S. vol. X, S. 50, Taf. VIII Fig. 31. — Schmidt, Atl. Taf. 137, 14.

2) Greville, *Asterol.* Tr. M. S. vol. VIII, S. 108, Taf. III, 2—4. — Schmidt, Atl. Taf. 137, 20, 21.

3) Greville, New Diat. Ser. XVII. Tr. M. S. vol. XIII, S. 99, Taf. VIII, 10. — Schütt, Bac. S. 75, Fig. 110A (*A. affinis*.)

4) Schmidt, Atl. Taf. 137, Fig. 1.

5) Greville, *Asterol.* Tr. M. S. vol. X, S. 45, Taf. VII, 7—9.

6) Greville, l. c. Taf. VII, 14—16.

7) Greville, l. c. Taf. VII, 13.

8) Greville, l. c. Taf. VIII, 25.

9) Schmidt, Atl. Taf. 38, 137, 202.

zentralwärts um und ist von langen Porenkanälen durchsetzt[1]). Wallartig erhabene Ränder, die nach der Schalenfläche abfallen und in diese übergehen, kommen bei anderen discoiden Formen vor; auch lappenartige Strukturen auf solchen Randwällen sind beobachtet. Diese aber bilden niemals getrennte Lappen die den Schalenrand zerschneiden, sondern gehen mit dem Rande in die Schalenfläche über. Ein Beispiel für diesen wesentlichen Unterschied mit den Lappen von *Actinoclava Frankei* liefert *Lepidodiscus elegans* Witt[2]) aus dem Polierschiefer von Archangelsk. Die SCHMIDTsche Figur 5e eines halbgewendeten Schalenstückes läßt die wallartige Beschaffenheit des Randes und die Natur der Pseudolappen deutlich erkennen. *Lepidodiscus stella* Brun[3]) ebendaher, *Lepododiscus imperialis* Brun[4]) von Oamaru, *Anthodiscus floreatus* Grove et Sturt[5]) von Oamaru, zeigen einen ähnlichen Kranz von Pseudolappen auf den wallartigen Rändern.

In seinen Untersuchungen über die Kreidebildungen aus mikroskopischen Organismen[6]) beschrieb EHRENBERG u. a. Arten verschiedener mariner Gattungen. Die in diesen Arbeiten untersuchten Ablagerungen von Caltanisetta in Sizilien, Zante und Aegina in Griechenland bezeichnet EHRENBERG später in der Mikrogeologie als „streitig ob Kreide oder unteres Tertiär". Von der Geologischen Landesanstalt wird das Vorkommen von Caltanisetta als pliocän oder miocän bewertet. Die Ablagerungen von Oran in Algier, Richmond in Virginien gehören nach EHRENBERG ebenfalls einer miocänen Schicht des Tertiärs an. Die Ablagerungen von Aegina und Zante gehören aber wohl zu den ältesten Formationen, in denen bis 1896 (s. S. 665) das Vorkommen von Diatomeen verbürgt war. Von zentrischen discoiden Diatomeen fand EHRENBERG in diesen Ablagerungen nur einige Arten der Gattungen *Coscinodiscus*, *Pyxidicula*, *Actinocyclus* und von Actinodiscen *Actinoptychus*. Dasselbe gilt für die tertiäre, aber dem Kreidemergel von Sizilien ähnliche Ablagerung von Oran.

---

1) O. MÜLLER, Kammern und Poren II. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XVII, S. 435, Taf. XXIX, 1, 2.

2) SCHMIDT, Atl. Taf. 103, Fig. 5 und 5 a—c. — WITT, Polierschiefer v. Archang. S. 27, Taf. VII, 6. — SCHÜTT, l. c. S. 74, Fig. 108.

3) SCHMIDT, Atl. Taf. 184, 8.

4) SCHMIDT, Atl. Taf. 202, 4.

5) GROVE und STURT, Diat. from Oamaru. J. Qu. C. vol. III, S. 3, Taf. VI, 20. — SCHÜTT, Bacill. S. 69, Fig. 96.

6) Berichte d. Berliner Akad. d. Wissensch. 1839, 1840, 1843. Mikrogeologie 1854

Ungleich reicher an discoiden Gattungen, auch an Actinodiscen, sind bereits die miocänen Tertiärbildungen von Richmond in Virginien, die verschiedenen Depots von Barbadoes und viele andere.

Arten der Gattungen *Asterolampra* und *Asteromphalus* sind meines Wissens in den Ablagerungen von Aegina, Zante und Oran bisher nicht aufgefunden; aber in den teils tertiären, teils jüngeren Schichten von Maryland, Richmond, den Depots von Barbadoes, Montereystone, Bermuda, Oamaru, Nottingham, Santa Monica, Moron, Nankoori treten dieselben meist mit vielen Arten auf. Über die Vorkommen während der mächtigen Zeitspanne von den Turonschichten der Kreide bis zum Jungtertiär haben wir aber keine Kenntnis; wir wissen nicht, wie weit Vertreter der Gattungen *Asterolampra* und *Asteromphalus* zurückreichen und etwa weitere Beziehungen zwischen diesen und der Gattung *Actinoclava* bestehen.

Die vorerwähnten und andere Ablagerungen sind von berufenen Forschern sorgfältig untersucht. Soweit mir deren Ergebnisse bekannt und zugänglich waren, habe ich Formen, die der Gattung *Actinoclava* zugewiesen werden könnten, nicht gefunden; es besteht daher die Möglichkeit, daß diese Gattung vor dem Jungtertiär untergegangen ist.

Herr Professor Dr. H. POTONIÉ hatte die Güte, mich auf eine Arbeit des Herrn Dr. ROTHPLETZ in München über liasische Diatomeen[1]) aus dem Jahre 1896 aufmerksam zu machen. Dieselbe erschien in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft und ist aus diesem Grunde den Botanikern wohl wenig bekannt geworden. Da aber das Vorkommen von Diatomeen in dem ungeheure Zeiträume hinter dem Turon der Kreide zurückliegenden Lias (unterer Jura) erhebliches Interesse beansprucht, teile ich den wesentlichen Inhalt der Arbeit, soweit er Diatomeen betrifft, mit.

ROTHPLETZ fand zweierlei Formen, eine im Querschnitt kreisrunde mit Gitterzeichnung, die andere elliptische, aus dem oberliasischen Schiefer von Boll. Die Gestalt ist die einer fingerhutartigen Glocke, wie sie der Gattung *Pyxidicula* eigen ist. Verfasser nennt die Form mit rundem Querschnitt *Pyxidicula bollensis* (Taf. XXVI. Fig. 2a—d), diejenige mit elliptischem *Pyxidicula liasica* (Taf. XXVI,

1) ROTHPLETZ, A., Über die Flysch-Fucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liasische Diatomeen führende Hornschwämme. Zeitsch. d. Deutsch. Geol. Ges. 1896. Bd. XLVIII, S. 910. Taf. XXIII, Fig. 2, 3.

Fig. 3a—c). Lebende Diatomeen mit ähnlichen glockenförmigen reticulierten Schalen ohne Gürtelbänder sind nur wenige bekannt und werden von SCHÜTT in das Genus *Stephanopyxis* gestellt; dieses ist durch das Vorhandensein eines Kranzes von Stacheln auf jeder Schale charakterisiert, und deshalb läßt SCHÜTT das ältere Genus *Pyxidicula* als Subgenus für diejenigen Formen bestehen, welche der Stacheln entbehren. EHRENBERG beschrieb zwei fossile Arten aus dem Tertiär, *Dictyopyxis hellenica* von Zante und *Dictyopyxis cruciata* von Virginia. In der miocänen Diatomeenerde aus Maryland fand ROTHPLETZ eine Form, die vielleicht mit *Dictyopyxis cruciata* identisch ist, Durchmesser 30 μ. Die Schalen waren isoliert, eine gewöhnlich länger als die andere, wie Taf. XXVI, Fig. 4c. Dieselbe Beobachtung machte Verfasser bei den fossilen *Stephanopyxis*-Panzern aus dem oligocänen Zementmergel von Thisted in Dänemark, Taf. XXVI, Fig. 4a, b, bei denen Stacheln vorhanden sind und eine Schale kürzer als die andere ist.

Pyxidicula-Arten sind die ältesten bekannten Diatomeen; bisher aber nur aus dem Tertiär und oberer Kreide. Auch jetzt fehlt die Verbindung mit dem oberen Lias. Diese liasischen Vertreter schließen sich ganz dem Formenkreise des lebenden Genus *Pyxidicula* an. Entwickelungsgeschichtlich wäre zu erwarten, daß die zentrisch gebauten Diatomeen sich als älter wie die zygomorphen und unter ersteren hinwiederum die rundlichen sich älter als die zylindrischen, stabförmigen, halbmondförmigen usw. erweisen würden und insofern könnten diese liasischen Diatomeen den Satz bestätigen, daß die gepanzerten Diatomeen ursprünglich aus einzelligen Algen von rundlicher Form nach Art der Desmidiaceen hervorgegangen seien und daß erst allmählich, da die Festigkeit des Panzers die Zelle selbst in ihrer räumlichen Entwicklung einschränkte, diese Entwicklung sich hauptsächlich auf die Form des Panzers konzentrierte und da zu jener Zierlichkeit und erstaunlichen Vielgestaltigkeit geführt hat, durch welche die Panzer der heutigen Diatomeen ausgezeichnet sind.

Doch ist die Kenntnis fossiler Diatomeen noch viel zu lückenhaft, um solche Schlüsse in anderem Lichte als dem von Vermutungen erscheinen zu lassen. Nachrichten über das Vorkommen von Diatomeen aus den meisten geologischen Perioden, die vor die Tertiärzeit fallen, fehlen noch ganz oder sind mit bezug auf obere Kreide und oberen Lias noch sehr lückenhaft. Ob gewisse Formen aus Devon und Silur Diatomeen sind, ist aber noch ganz ungewiß.

So weit ROTHPLETZ. A. GRUNOW[1]) hat das Genus *Stephanopyxis* Ehr. (*Creswellia* Grev.) einer eingehenden Kritik unterzogen. Er hebt die außerordentliche Schwierigkeit hervor, in dieser Gattung Arten zu unterscheiden. Hierher gehörige Formen sind bei Franz-Josefs-Land besonders häufig; GRUNOW lernte bei deren Studium eine Menge Übergangsformen kennen. Eine weitere Erschwerung wird durch den Umstand bewirkt, daß die Schalen einer Theka oft sehr ungleich sind, sowohl in Hinsicht der Wölbung, als auch der Größe der Maschen. Die Stacheln, welche immer im Berührungspunkte von mehreren Maschen entspringen, deren Ränder meist Flügel an denselben hinaufsenden[2]), sind sehr veränderlich und oft nur angedeutet, so daß es schwer ist zu entscheiden, ob eine Art zu *Pyxidicula* Ehr. (= incl. *Dictyopyxis* Ehr.) oder zu *Stephanopyxis* Ehr. gehört, da beide Gattungen sich eben nur durch die Stacheln unterscheiden. GRUNOW reihte verschiedene stachellose Formen von *Pyxidicula* unter die Varietäten von *Stephanopyxis Turris*.

Die lebenden Arten von *Stephanopyxis* bilden melosiraartige Fäden, wodurch sie sich in einigen zarter punktierten Formen der Gattung *Skeletonema* nähern. Ob hierin noch ein zweiter Unterschied von *Pyxidicula* zu finden ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Insbesondere wäre festzustellen, ob die *Pyxidicula*-Arten wie *Stephanopyxis Palmeriana* und andere Arten Planktonten sind. Ob diese Strukturverhältnisse bei anderen Arten der Gattung vorhanden sind, bleibt zu untersuchen. *Stephanopyxis Palmeriana* besitzt Gürtelbänder; das Fehlen derselben bei *Pyxidicula*-Arten be-

1) GRUNOW, A., Diat. v. Franz-Josefs-Land. Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. XLVIII, S. 86 ff., Taf. V (E), Fig. 5—30.

2) S. auch O. MÜLLER, Kammern und Poren IV. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. XIX, S. 196, Taf. IX, 1—4. In dieser Arbeit untersuchte ich u. a. die Stacheln von *Stephanopyxis Palmeriana* (Grev.) Grun. und konnte sicher nachweisen, daß die Stacheln Röhrchen sind, denen in der Längsrichtung 3—4 etwas spiralig gewundene Flügel anhaften. Die Stacheln sichern daher nicht nur den mechanischen Zusammenhang der Zellen, indem je 2 von benachbarten Zellen ausgehende geflügelte Röhrchen unmittelbar aufeinandertreffen, sondern vermitteln auch den Zusammenhang des Plasmas der Einzelzellen der Kolonie und erhöhen durch den leicht spiraligen Verlauf der Flügel längs der Röhrenwandung die Schwebefähigkeit. Analoge Einrichtungen beschrieb ich in derselben Arbeit auch bei *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. und bei *Lauderia annulata* Cl. Durch den Zusammenhang des Plasmas der Einzelzellen der Kolonie erreicht diese eine höhere Stufe als die eines einfachen Verbandes mehrerer einzelliger Individuen; sie muß als ein mehrzelliger Organismus betrachtet werden. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint die Einstellung stachelloser Formen von *Pyxidicula* in die Gattung *Stephanopyxis* zweifelhaft.

zweifle ich; daß diese zarten Gebilde bei den fossilen Arten unkenntlich oder zerstört sind, ist von vornherein zu vermuten, nur die Untersuchung rezenter Arten kann hierüber Aufschluß geben.

Pyxidicula (*Dictyopyxis*) *hellenica* und *cruciata* sind wahrscheinlich identisch. W. GREGORY[1]) bildet die Schale einer rezenten Form von *P. cruciata* aus Lamlash Bay ab; er nimmt Bezug auf das Vorkommen im Aegina-Mergel, den er als eocän, wenn nicht obere Kreide erachtet.

Abbildungen der Tafel XXVI.

Fig. 1. *Actinoclava Frankei* n. sp. aus den Turonschichten der Kreide (Rilmerich-Westfalen). Vergr. 500.

Fig 2a—d. *Pyxidicula bollensis*. Rothpletz, aus dem obersiasischen Schiefer von Boll Vergr. 500. Nach ROTHPLETZ.

Fig. 3a—c. *Pyxidicula liasica*. Rothpletz, aus dem oberliasischen Schiefer von Boll. Vergr. 500. Nach ROTHPLETZ.

Fig. 4a, b. *Stephanopyxis* sp. aus dem oligocänen Cementmergel von Thisted in Dänemark. Nach ROTHPLETZ.

Fig. 4c. *Pyxidicula* sp. aus der miocänen Diatomeenerde von Maryland. Nach ROTHPLETZ.

Fig. 5. *Asterolampra Ralfsiana* Grev. aus Barbadoes deposit, tertiäre Ablagerung. Vergr. 500. Nach GREVILLE.

Fig. 6. *Asterolampra marylandica* Ehr. aus Barbadoes deposit. Vergr. 500. Nach GREVILLE.

Fig. 7. *Asterolampra crenata* Grev. aus Barbadoes deposit. Vergr. 500. Nach GREVILLE

Fig. 8. *Asterolampra decorata* Grev. aus Barbadoes deposit. Vergr. 500. Nach GREVILLE.

1) W. GREGORY, Marine Diatom. found in the Firth of Clyde. Trans. of. R. S. of Edinb. 1857. Vol. XXI. Part. IV. S 26, Tf. II, 42.

87. P. Sonntag: Die mikroskopische Unterscheidung der Hanf- und Flachsfaser.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 6. Dezember 1911.)

Die Frage der mikroskopischen Unterscheidung der Hanf- und Flachsfaser ist schon so oft behandelt worden, daß es fast verwegen erscheint, dieses Thema aufs neue zu erörtern. Erst vor kurzem ist von KORN[1]) die vorhandene Literatur übersichtlich zusammengestellt und die Unterscheidungsmerkmale, die sich aus der Morphologie der Bastzellen ergeben, zu einer Übersicht vereinigt (l. c. S. 199). Es handelt sich nach KORN um 8 Punkte, nämlich:

1. Die Länge der Fasern.
2. Die Dicke der Fasern.
3. Die Form der Enden.
4. Die Querschnittsform der Fasern.
5. Das Auftreten der gelben Mittellamelle der Hanffaser bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure.
6. Die Breite des Lumens.
7. Begleitende Gewebereste aus der Mutterpflanze.
8. Verhalten der Fasern in Quellungs- und Lösungsmitteln.

Danach könnte es scheinen, daß genügend Anhaltspunkte für eine Unterscheidung beider Fasern vorliegen, jedoch ist dem nicht so. Besonders kommen alle Autoren (KORN S. 233) zu dem Resultat, daß z. B. im Papierhalbstoff es unmöglich erscheint, die Leinenfaser von der Hanffaser mit Bestimmtheit zu unterscheiden. Aber auch in Geweben begegnet man großen Schwierigkeiten, wenn man bei der Untersuchung die obengenannten Gesichtspunkte anwenden will.

Ich glaube daher meine bei Gelegenheit anderer Untersuchungen gemachten Beobachtungen über eine sichere Unterscheidung der genannten Fasern nicht zurückhalten zu sollen. Es handelt sich um einen oben nicht angeführten Punkt, nämlich die „Streifung der Zellwand".

1) Technisch-mikroskopische Unterscheidung einiger Fasern, Jahresber. d. Vereinig. f. ang. Bot., VII. Jahrg. 1909, S. 189 usf.

In den meisten technologischen Werken über Pflanzenfasern findet man hierüber so gut wie gar nichts, oder es wird direkt gesagt, daß die Bastzellen des Leins „strukturlos" seien (WIESNER). Auch über eine Streifung der Hanfbastzellen liegen keine Beobachtungen vor.

Dennoch ist bei beiden Fasern eine Streifung vorhanden, die bei dickeren Bastzellen meist schon ohne weiteres bei ganz hoher Einstellung und Anwendung einer stärkeren Vergrößerung, z. B. eines Immersions-Systems, zu sehen ist, bei dünneren aber erst nach dem Kochen in Wasser oder Essigsäure deutlich wird. Sehr vorteilhaft für das Erlangen guter Präparate ist es, die Faser zu zerreißen und die Bruchenden zu beobachten oder die Faser etwas abzuschaben. Dadurch wird nämlich die sehr feine Außenhaut der Zellen, welche die Deutlichkeit der Bilder beeinträchtigt, entfernt.

An derartigen Präparaten von *Linum* sieht man bei ganz hoher Einstellung eine rechtsläufige Streifung oder wenigstens einzelne spaltenförmige Poren und Risse, die im Durchschnitt (es wurden 100 Messungen an Fasern verschiedenster Herkunft gemacht) einen Winkel von 10,21 ° mit der Längsachse der Zelle bilden. Bei etwas tieferer Einstellung tritt eine linksläufige Streifung des inneren Lamellenkomplexes hervor, die einen steileren Verlauf zeigt. Daß an Bastzellen Streifung von entgegengesetzter Richtung in den einzelnen Lamellen auftritt, ist nichts Neues und z. B. bei *Nerium* und *Vinca* schon von STRASBURGER, CORRENS und SCHWENDENER beobachtet worden. Für *Linum* liegen in dieser Beziehung bisher wohl keine Angaben vor.

Was nun die Bastzellen des Hanfes anbetrifft, so sind die Streifungsverhältnisse im Vergleich mit *Linum* ganz abweichende. An der unverletzten Bastzelle ist die Streifung noch schwieriger zu erkennen als bei *Linum*, wenn auch an großen Zellen meist ohne besondere Behandlung die sehr steil verlaufenden Streifen deutlich bei hoher Einstellung sichtbar werden. Aber gerade der sehr steile oft direkt parallel zur Zellachse streichende Verlauf der Streifen erschwert die Unterscheidung. Die Poren sind wegen ihrer äußerst feinen Spaltform auf Längsansichten schwierig zu beobachten. Daß sie aber vorhanden sind, geht aus der Ansicht von Querschnitten schlagend hervor, wo sie leicht an der queren Durchbrechung der starken Membranen zu erkennen sind.

Deutlich wird die Streifung der Membran erst nach Entfernung der feinen quergestreiften Außenhaut und durch eine Präparation, wie sie oben bei *Linum* angegeben wurde.

Es ist auch hier ein doppeltes System von schrägen Streifen vorhanden, das besonders an großen Bastzellen deutlich hervortritt. Es wurden die äußersten Lamellen meist linksläufig, seltener rechtsschief gestreift gefunden, die inneren entgegengesetzt. Die Winkel sind kleiner und die Abweichung von der Zellachse sehr gering, oft Null. Es wurde gezeichnet und gemessen in 100 Fällen ein durchschnittlicher Winkel von 3,665 mit der Zellachse. Eine Teilung der Membran in 2 gleich starke Lamellenkomplexe wie bei *Linum* ist hier nicht zu beobachten. Über weitere Einzelheiten des Befundes werde ich demnächst in dem Jahresbericht der Vereinigung f. angew. Bot. berichten.

Jedenfalls steht so viel fest, daß der Unterschied im Neigungswinkel der Streifung so erheblich ist, daß er eine sichere Unterscheidung der Bastzellen von *Linum* und *Cannabis* selbst noch im Papierhalbstoff ohne erhebliche Schwierigkeit möglich macht. Bei einiger Übung gelingt es, selbst ohne messende Versuche durch Schätzung nach dem Augenmaß eine Entscheidung zu treffen.

Auf die verschiedene Richtung der Streifung in den äußersten Lamellen ist kein ausschlaggebender Wert zu legen, da zwar bei *Linum* regelmäßig in den äußeren Lamellen eine rechtsläufige Drehung der Spiralstreifen vorhanden, bei Hanf aber der entgegengesetzte links schiefe Verlauf nicht ohne Ausnahme auftritt und bei manchen Hanfsorten rechtsschiefe Streifung in der äußersten Membranlamelle sogar vorzuwiegen scheint.

Es ist von besonderem Interesse, daß die erwähnten Streifungsverhätnisse eine eigenartige Torsion beim Anfeuchten der Faserstränge verursachen. Wie zuerst von einem Zollbeamten beobachtet wurde, drehen sich die Leinenfasern beim Anfeuchten mit ihrem unteren freien Ende ausnahmslos nach links, Hanffasern dagegen meist nach rechts. Entsprechend dem unregelmäßigen Auftreten der Streifung bleibt bei Hanf aber auch die Drehung zuweilen ganz aus.

Auch über die Torsionserscheinungen an Pflanzenfasern und ihre Verwertung zur makroskopischen Unterscheidung der einzelnen Arten wird genaueres in obengenanntem Jahresbericht mitgeteilt werden.

88. A. Nestler: Die hautreizende Wirkung des Amberholzes (Liquidambar styraciflua L.).

(Eingegangen am 9. Dezember 1911.)

Erst in jüngerer Zeit wurde die Beobachtung gemacht, daß Drechsler und Tischler bei Bearbeitung gewisser, ausländischer Holzarten mannigfachen, mitunter sehr empfindlichen Erkrankungen der Haut, der Atmungsorgane und des Herzens ausgesetzt sind, die in einigen Fällen sogar mit dem Tode endigten.

M. STERNBERG [1]) berichtete 1898 über den ersten, von ihm bereits 10 Jahre früher beobachteten Fall einer derartigen durch Holz bewirkten Hautinfektion: Arbeiter, die mit einer nicht näher bestimmten Holzart, dem sog. „indischen Rosenholze", beschäftigt waren, bekamen auf der Haut urticariaähnliche Efflorescenzen und Schwellungen, die bald abheilten, nachdem die Leute ihre Arbeit vollendet hatten.

Seitdem mehrten sich in der neuesten Literatur über Gewerbehygiene [2]) die Angaben über mehr oder weniger heftige Erkrankungen, die bei der Bearbeitung gewisser Hölzer (*Chloroxylon Swietenia*, *Sarcocephalus Diderichii*, *Gonioma Komassi*, Borneo-Rosenholz u. a.) ausgesetzt sind. — Das von den Sundainseln kommende sog. „Padoukholz", „das wegen seiner schönen Maser und Farbe zumeist in Kunstdrechslereien zu Schalen und Bechern namentlich in München verarbeitet wird, ruft schmerzhafte Gesichtsanschwellungen und Rötungen hervor [3])." In ähnlicher Weise soll das „ostindische Satin- oder Atlasholz" und das „westindische Satin- oder Seidenholz" Hautjucken und Hautausschläge bewirken [3]).

Um durch das Experiment zu ermitteln, ob die durch die Erfahrung gemachten Beobachtungen tatsächlich jenen Hölzern zuzuschreiben sind und möglicherweise die giftige Substanz zu isolieren und näher zu bestimmen, habe ich meine Aufmerksamkeit zunächst dem sog. „ostindischen Satinholz" zugewendet.

1) Medizinische Klinik. 1908. Nr. 14.

2) J. RAMBOUSEK, Gewerbliche Vergiftungen 1911, S. 199.

3) Deutsche Drechslerzeitung. Zentralblatt für die gesamte Holzindustrie 1910.

Das notwendige Material für meine Untersuchungen hatte ich mir von Hamburg (Firma ALBERT SCHENKEL) und von einer Prager Firma besorgt.

Da zeigte es sich zunächst, daß ich unter dem Namen „ostindisches Satinholz" zwei ganz verschiedene Hölzer erhalten hatte [1]). Die aus Hamburg bezogene Probe ist ein schweres, im Wasser sinkendes, semmelgelbes Holz, das auf der polierten Radialfläche einen prachtvollen Seiden- oder Atlasglanz zeigt. Es ist nach seinem anatomischen Bau, wie ihn K. WILHELM [2]) beschreibt, das echte ostindische oder asiatische Satinholz oder Seidenholz und stammt von *Chloroxylon Swietenia* DC., einem Baume Vorderasiens und Ceylons: in seiner Heimat wird es als Bauholz verwendet. In England, wo es zur Herstellung feiner Täfelungen benutzt wird, erkrankten die Arbeiter auf den Schiffswerften, die dieses Holz verarbeiteten, unter juckenden Ausschlägen im Gesicht und an den Händen [3]).

Ich erwähne gleich an dieser Stelle, daß meine zahlreichen Versuche direkt mit dem Holz von *Chloroxylon Swietenia* und mit verschiedenen Extrakten desselben irgend eine hautreizende Wirkung nicht beweisen konnten. Auch die bereits früher in England mit diesem Holze gemachten Versuche hatten einen negativen Erfolg [4]). Damit soll nicht gesagt sein, daß es nun zu den harmlosen Hölzern zu rechnen sei, da es vielleicht doch unter gewissen, bisher noch nicht ermittelten Bedingungen hautreizend wirken könnte. — Ich werde später auf dieses Holz noch zu sprechen kommen.

Das in Prag unter „ostindischem Satin" im Handel vorkommende Holz zeigt auf den ersten Blick ganz andere Eigenschaften als *Chloroxylon*. Es ist weich, rötlichbraun, mitunter mit streifiger Zeichnung, leichter als Wasser; bei einer gewissen Lage zum Licht, namentlich bei künstlicher Beleuchtung, sieht man ein eigentümliches Glitzern, wie von eingelagerten Kriställchen. —

Nachdem ich die stark hautreizende Wirkung einer gewissen Substanz dieses Holzes nachgewiesen hatte, wandte ich mich an

---

1) Dieselbe Erfahrung hatte man seinerzeit auch in England gemacht. Bei den von der Gewerbeinspektion vorgenommenen Umfragen ergab es sich, daß sehr viel Unklarheit über die Bezeichnung „Satinholz" herrscht, da man darunter sowohl „ost- wie westindisches Satinholz", als auch „Satinwallnußholz" versteht. (RAMBOUSEK l. c. S. 201.)

2) J. WIESNER, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches 1903. II. Bd., S. 953.

3) Medizinische Klinik. 1908. Nr. 14.

4) J. RAMBOUSEK l. c. S. 201.

Herrn Prof. Dr. K. WILHELM in Wien mit der Bitte um nähere Bestimmung dieses Holzes und erhielt die Auskunft, daß es das sog. „Satin-Nußbaumholz" sei: es stammt von *Liquidambar styraciflua* L. (Amberbaum, Nordamerika), in seiner Heimat auch „Sweet Gum" oder „Red Gum" genannt. — Aus K. WILHELMs[1]) anatomischer Charakteristik desselben sei nur hervorgehoben, daß „viele Markstrahlenzellen mit rotbraunem, in Alkohol nicht oder nur teilweise löslichem, mit Eisenchlorid sich schwärzendem Inhalte" versehen sind. Seine Ähnlichkeit mit echtem Nußbaumholz in der Färbung, der mäßigen Härte und Schwere, der leichten Spaltbarkeit u. a. verschaffte diesem Holze den Namen „Satin-Nußbaum", in dem freilich das erste Wort in keiner Weise gerechtfertigt erscheint[2]).

Über die Wirkungen derselben auf die Haut sind die wenigen mir bekannten Angaben geteilt, während es die einen als ungefährlich erklären[3]), sind andere der Ansicht, daß es „giftig sei und Hautentzündungen verursache; dessenungeachtet sei sein Konsum ein ziemlich bedeutender, indem es zu billigen Schlaf- und Wohnzimmern verwendet werde[4])".

Es war nun zunächst die Frage zu entscheiden, ob das Holz selbst, längere Zeit mit einer empfindlichen Hautstelle in Berührung gehalten, eine hautreizende Wirkung hervorrufen könne. Alle diese Versuche, bei denen ich entweder ein größeres Stück Holz oder kleine, sehr feine Späne mit und ohne Benutzung von Wasser mehrere Stunden — in einem Falle 24 Stunden — anwendete, hatten einen negativen Erfolg. —

Um nun zu ermitteln, ob das Amberholz überhaupt eine Substanz enthält, die, vielleicht in konzentrierter Form angewendet, Hautentzündungen hervorruft, wurden folgende Versuche gemacht.

Ungefähr 1 g feingeschabtes Holz, dazu 10 cm^3 Äther (puriss., wasserfrei üb. Natr. dest.): nach 24 h filtriert und das klare Filtrat in einem Uhrschälchen bei Zimmertemperatur zum Verdunsten gebracht. Der Rückstand ist eine weiße Kruste, die bei mikroskopischer Betrachtung aus einer nicht näher charakterisierbaren Grundmasse und (namentlich am Rande des Schälchens zahlreichen) größeren und kleineren, unregelmäßigen, kristallinischen Fragmenten besteht. — Die Konsistenz dieses Rückstandes kann im allgemeinen

1) J. WIESNER, Rohstoffe des Pflanzenreiches. II. Bd. S. 954.
2) Gewerbliche Materialkunde. 1910. I. Bd. S. 727.
3) J. RAMBOUSEK l. c. S. 201. — Deutsche Drechslerzeitung. 1910.
4) Gewerbliche Materialkunde. 1910. I. Bd. S. 727.

als stearinartig bezeichnet werden. — Eine kleine Menge dieser Masse, etwa so groß wie ein Hirsekorn, wurde am 15 September auf die Innenseite des linken Unterarmes übertragen und mit Englisch-Pflaster festgehalten.

Bereits nach 5 Stunden zeigte sich eine hohe, gelbliche, prallgespannte Blase, umgeben von einem roten Hof; die infizierte, kreisförmige Stelle hatte einen Durchmesser von ungefähr 1,5 cm; kein irgendwie bemerkbares Gefühl. — Die betreffende Hautstelle wurde nun mit Wasser und Seife abgewaschen. Wahrscheinlich infolge dieser Waschung war die Blase bereits eine Stunde später zusammengefallen; es zeigte sich ein eitrig-gelber Fleck mit einem roten Hof; am 18. September hochrot, napfförmig vertieft; an den folgenden Tagen ohne Veränderung; am 29. September gelblich, etwas erhaben; an den folgenden Tagen erhebt sich der gelbliche mittlere Teil knopfartig und wird am 3. Oktober abgestoßen mit Hinterlassung einer tiefroten Grube. Noch am 2. November war die gerötete, napfartig vertiefte Stelle deutlich sichtbar, die Narbe ist auch heute noch (6. Dezember) vorhanden.

Zwei andere Versuche am rechten Unterarm, jedoch mit sehr kleinen Mengen desselben Rückstandes hatten gleichfalls einen positiven Erfolg: in dem einen Falle nur eine starke drei Tage lang sichtbare Rötung; in dem anderen eine deutliche polsterartige rote Erhebung, die nach 4 Tagen ohne Blasenbildung wieder verschwunden war. — Bei Versuchen mit einem anderen auf dieselbe Weise gewonnenen Rückstande zeigte sich neben schwacher Blasenbildung und Rötung noch ein heftiges Brennen, das erst nach 24 Stunden wieder verschwunden war.

Nach diesen Erfolgen machte ich mir den Einwand, daß es sich hier vielleicht nicht um eine giftige Substanz des Holzes, sondern um die Wirkung des Äthers handelt. Es wurde, wie gesagt, ein sehr reiner Äther (bez. von MERK) verwendet, der nach dem Verdunsten keinen sichtbaren Rückstand hinterläßt, selbst wenn man 20 cm^3 zu diesem Versuche verwendet.

Es ist ferner zu berücksichtigen, daß viele von mir bisher ausgeführte analoge Versuche mit anderen Hölzern, z. B. mit dem ostindischen Satinholz (*Chloroxylon Swietenia* DC.), keine Spur einer hautreizenden Wirkung erkennen ließen. — Es ist daher wohl anzunehmen, daß das Amberholz eine Substanz besitzt, die stark hautreizend wirkt. — Daß dieses Holz, direkt angewendet, keine Wirkung ausübte, ist allerdings auffallend. Es ist jedoch möglich, daß das Alter des Holzes, der Standort des Baumes und andere

bisher nicht näher bekannte Umstände hierbei eine Rolle spielen; es kann stark und schwach hautreizendes Amberholz geben. —

Es wurde schon oben bemerkt, daß die Konsistenz jener hautreizenden Substanz im allgemeinen als stearinartig bezeichnet werden kann. Die von dem Uhrschälchen abgeschabten Krustenteilchen schwimmen auf dem Wasser, ihr Schmelzpunkt wurde mit ungefähr 70 ° C bestimmt. Erhitzt man eine kleine Menge dieser Substanz auf einem Objektträger, so schmilzt sie rasch zu einem bräunlichen Tröpfchen mit wabiger Struktur zusammen. Beim Verbrennen auf dem Platinblech entwickelt sie Dämpfe, die stark zum Niesen reizen. — Weitere Eigenschaften: unlöslich in Wasser, Alkohol, Säuren, Benzol, Terpentinöl, Kalilauge; — teilweise löslich in Chloroform. Ein einige Tage alter Rückstand zeigt zahlreiche kleine Fettnadeln, einzeln und in sternförmigen Aggregaten, auch größere Fett-Sphaerite.

Um zu erfahren, ob die hautreizende Substanz trotz der bereits mikrochemisch gewonnenen Resultate bezüglich ihrer Löslichkeit vielleicht noch auf andere Weise als durch Behandlung des Holzes mit Äther gewonnen werden könne, wurden noch Versuche mit folgenden Substanzen in anologer Weise, wie früher mit Äther, angestellt.

a) Alkohol (96proz.). Rückstand nach dem Verdunsten des Filtrates bei Zimmertemperatur: eine gelblichbraune Kruste mit zahlreichen eingestreuten, farblosen Körnchen. (Die gelblich-bräunliche Substanz stammt möglicherweise aus dem Inhalte der Markstrahlzellen, die fast stets einen braunroten, mehr oder weniger dicken Wandbeleg zeigten; nach Zusatz von wässeriger Eisenchloridlösung färbt sie sich allmählich schwärzlich.)

Mit diesem körnigen Rückstande wurden zur Prüfung einer hautreizenden Wirkung vier Versuche gemacht, wobei die Menge der verwendeten Substanz stets vergrößert wurde: keine Spur von Wirkung. —

b) Wasser. 1,5 g Holz mit 20 cm^3 dest. Wassers 2 Minuten lang gekocht, nach 12 Stunden filtriert. Das schwach gelblich-bräunliche Filtrat wurde im Exsiccator zum Verdunsten gebracht. Rückstand: eine gelblichbräunliche, etwas klebrige Kruste, die unter dem Mikroskope sehr zahlreiche, gut ausgebildete Kristalle erkennen läßt — kleinere und größere schiefrhombische Prismen, durchweg Einzelkristalle. Diese Kristalle sind in Äther und Alkohol unlöslich, leicht löslich in kaltem Wasser. Nach Zusatz von α-Naphthol und Schwefelsäure zeigt dieser Rückstand (inkl.

Kristalle) eine tiefviolette Farbe, er reduziert ferner sehr stark FEHLINGsche Lösung. — Da die Kristalle selbst nicht isoliert werden konnten, bleibt ihre Natur unbestimmt.

Vier Versuche auf eine hautreizende Wirkung mit und ohne Anwendung von Pflastern zum Festhalten der Substanz hatten keinen Erfolg.

c) Kaltes Wasser. Rückstand nach dem Verdunsten gering. Mikroskopische Untersuchung: in einer homogenen Grundmasse zahlreiche Kristalle von ähnlicher Form wie bei b. Die meisten Prismen sind in die Länge gestreckt und zeigen an den kürzeren Seiten einspringende Winkel, mitunter gebogene Seitenwände. Chemische Reaktion wie bei b. — Keine hautreizende Wirkung, wie vier Versuche lehrten. —

d) Chloroform. Das Filtrat farblos. Rückstand nach dem Verdunsten verhältnismäßig bedeutend, farblos, eine Kruste von wabiger Struktur mit eingestreuten kristallinischen Körnchen. — Hautreizende Wirkung nach vier Versuchen keine.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die hautreizende Substanz weder durch Wasser, noch durch Alkohol und Chloroform gewonnen werden kann. —

Ich habe bereits oben erwähnt, daß das käufliche Amberholz bei schiefer Neigung zum Lichte, insbesondere bei künstlicher Beleuchtung, zahlreiche hellglänzende Pünktchen erkennen läßt, die wahrscheinlich zu der Bezeichnung „Satinholz" Veranlassung gegeben haben.

Man könnte nun denken, daß diese glitzernden Pünktchen von einer in bestimmten Holzzellen eingelagerten Substanz herrühre, die vielleicht die Ursache der hautreizenden Wirkung ist. Um dies zu ermitteln, habe ich, da mikroskopisch nichts zu sehen ist, ein breites Stück Holz, das jene optische Erscheinung besonders schön zeigte, durch 24 Stunden in Äther stehen lassen. Nachdem das Holz aus der Flüssigkeit herausgenommen und der anhaftende Äther verdunstet war, zeigte sich jenes Glitzern in derselben Stärke wie vor dem Versuche; es kann daher von keiner Substanz herrühren, die in Äther löslich ist, hat also mit der hautreizenden Wirkung des Holzes nichts zu tun[1]). Ein Holzstück, das durch 14 Stunden in dest. Wasser lag, zeigte nach dem

1) Auf welcher Ursache diese charakteristische Eigenschaft des Holzes beruht, kann ich nicht angeben. Vielleicht spielen dabei die zahlreichen mehr oder weniger verletzten Holzgefäße eine Rolle, deren verhältnismäßig dünne Membranteile das Licht so reflektieren, daß sie silberglänzend erscheinen.

Trocknen denselben Glanz, wie vor der Befeuchtung. Bei mikroskopischer Untersuchung des Holzes konnte ich in den Zellen und Gefäßen außer der bereits oben erwähnten rotbraunen Substanz der Markstrahlzellen keinen Inhalt erkennen. Wilhelm[1]) beobachtete in manchen Gefäßen einen weißen, in Alkohol löslichen Inhalt als ein seltenes Vorkommen. Da jedoch nach meinen unter a) erwähnten Versuchen durch Alkohol die hautreizende Substanz nicht gewonnen werden kann, scheint auch jener selten beobachtete Gefäßinhalt bezüglich einer Giftwirkung von keiner Bedeutung zu sein.

Nach den bereits früher erwähnten Berichten ist meines Erachtens wohl kaum daran zu zweifeln, daß das echte ostindische Satinholz (*Chloroxylon Swietenia* DC.) hautreizend wirken kann. — Alle von mir in analoger Weise wie beim Amberholz angestellten Versuche, mittelst Äther, Alkohol oder Wasser (kalt und kochend) eine Substanz zu extrahieren, die hautreizend wirkt, blieben jedoch ohne Erfolg. — Der Rückstand nach Äther und Alkohol besteht in der Hauptmasse aus einem gelben, dickflüssigen balsamisch riechenden Öl und aus farblosen, undeutlich geformten Körnchen; der Rückstand nach Wasser enthält reduzierenden Zucker. — Es wurden mitunter sehr große Mengen der Rückstände und längere Zeit (bis zu 24 Stunden) auf empfindlichen Hautstellen angewendet — stets ohne Erfolg. Auch direktes Auflegen von feinen Holzspänen war wirkungslos.

Es läßt sich selbstverständlich ohne weitere Versuche nicht angeben, ob diese Mißerfolge auf die angeführten Extraktionsmittel, auf das Alter des Holzes oder auf andere Umstände zurückzuführen sind.

Prag, 6. Dezember 1911.

---

1) Gewerbliche Materialkunde S. 727.

89. A. Burgerstein: Diagnostische Merkmale der Markstrahlen von Populus und Salix.

(Eingegangen am 14. Dezember 1911.)

Bekanntlich setzen sich die Markstrahlen der Salicineen aus Zellen zweierlei Art zusammen: die einen sind in radialer Richtung gestreckt („liegend") und ungetüpfelt; die anderen sind kürzer, dabei höher, oft (besonders bei *Salix*) „stehend", und ihre Radialwand zeigt in Berührung mit Gefäßwänden große, rundliche Tüpfel.

So leicht es nun ist, auf Grund dieses charakteristischen Markstrahlbaues ein Salicineenholz als solches mikroskopisch zu erkennen, so schwierig war es bisher, für alle Fälle mit Sicherheit zu entscheiden, ob eine vorliegende Holzprobe einer Weide oder einer Pappel angehört, weil eben absolute diagnostische Merkmale für die beiden Gattungen nicht bekannt waren.

Allerdings fand M. SOŠTARIC[1]), daß in der Markscheide resp. im Marke der von ihm untersuchten (sieben) *Populus*-Arten Sklerenchymfaserbündel konstant auftreten, während solche den darauf geprüften (17) *Salix*-Arten durchaus fehlen. Allein es ist klar, daß dieses unterscheidende Merkmal nur dann verwendbar ist, wenn die Markscheide der Untersuchung zugänglich ist, was aber in der Praxis häufig nicht der Fall ist.

Was nun das sekundäre Holz betrifft, gibt P. SCHULZ[2]) als Unterscheidungsmerkmal der Gattungen *Salix* und *Populus* an, daß die Markstrahlen der ersteren aus schmalen, langgestreckten, und aus solchen, welche ungefähr noch einmal so hoch als jene und kurz sind, gebildet werden. Bei *Populus* dagegen sind nach dem genannten Autor alle Markstrahlzellen gleich hoch, was jedoch tatsächlich nicht der Fall ist.

Dazu bemerkt JOS. SCHNEIDER[3]): „Wenn auch die angeführten Kennzeichen bei einigen (?) Arten der beiden Gattungen

1) Anatom. Unters. über den Bau des Stammes der Salicineen. (Sitzb. der K. Akad. d. Wissensch., Wien, Math.-naturw. Kl. 107. Bd. 1898.

2) Das Markstrahlengewebe usw. Jahrb. des K. Botan. Gart. Berlin. 2. Bd. 1883.

3) Untersuchungen einiger Treibhölzer von JAN MAYEN. S. A. aus Die Internat. Polarforschung 1882—83. Wien 1886.

zutreffen, so können dieselben doch wohl nicht als allgemein gültig und zuverlässig aufgestellt werden, zum mindesten gelten sie nicht für junge Zweige von *Populus*, weil bei diesen ebenfalls eine Differenzierung in zweierlei Markstrahlzellen zu beobachten ist, wie bei den *Salix*-Arten." Nähere Angaben macht dieser Autor nicht.

K. WILHELM[1]) fand, daß im älteren Stammholze der Pappel (zum Unterschiede vom Weidenholze) die Höhe der großgetüpfelten Markstrahlzellen die der übrigen nicht oder doch nicht erheblich übertrifft: „in jüngerem Holze, namentlich der Äste, nähert sich der Markstrahlbau dem der Weiden". Diese Angaben sind im allgemeinen richtig. Zahlenmäßige (mikrometrische) Angaben über die Markstrahlzellhöhen werden nicht mitgeteilt.

Den Tatsachen nicht entsprechend ist die Angabe, welche PICCIOLI[2]) in seinen xylotomisch-analytischen Bestimmungstabellen bezüglich *Populus* macht: „Raggi midollari formati de due sorta di cellule, alcune allungate in senso assile, altre nel verso dell raggio *(Salix)* — Raggi midollari a cellule tute conformi ed egalmente alte *(Populus)*."

Eine genauere Untersuchung der Markstrahlen von *Salix fragilis* verdanken wir KNY[3]); eine solche der Markstrahlen von *Salix viminalis* STRASBURGER[4]). Der erstgenannte Autor schlägt für die DE BARYsche Bezeichnung „liegende" Zellen den Terminus Merenchymzellen vor, mit Rücksicht darauf, daß ihr Hauptcharakter in den zwischen ihren Stockwerken quer verlaufenden, engen Interzellularen liegt; die „aufrechten" (DE BARY) Markstrahlzellen (bei den Salicineen die in Berührung mit Gefäßwänden großtüpfeligen Zellen) nennt KNY wegen des lückenlosen Zusammenschlusses: Palissaden.

Es schien mir nun der Mühe wert, bei einer größeren Zahl von *Populus*- und *Salix*-Arten mikrometrische Maßbestimmungen der Markstrahlzellhöhen auszuführen, um zu erfahren, ob nach dieser Richtung ein absolutes Differenzialmerkmal zu gewinnen wäre, auf Grund dessen Weiden- und Pappelholz mikroskopisch voneinander unterschieden werden könnte. Zu diesem Zwecke wurde

1) In J. WIESNER, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig (ENGELMANN). II. Aufl. 1903. 2. Band „Hölzer".

2) I caratteri anatom. per conoscere i principali legami etc. Boll. del Labor. ed orto Bot. Siena 1906.

3) Ein Beitrag zur Kenntnis der Markstrahlen usw. Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Berlin. 8. Bd. 1890.

4) Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen. Jena (G. FISCHER) 1891.

bei den zur Verfügung stehenden Holzproben die Höhe von je 100—150 beider Markstrahlzellarten in Teilstrichen des Okularmikrometers gemessen, dann aus den erhaltenen Zahlen die mittlere Zellenhöhe berechnet und schließlich das Höhenverhältnis bestimmt. Ich nenne dieses den Exponenten der Markstrahlzellenhöhe[1]. Dieser „Exponent" ist also der Quotient, den man erhält, wenn man die mittlere Höhe der getüpfelten Markstrahlzellen (Palisaden KNY) durch die mittlere Höhe der ungetüpfelten Zellen (Merenchymzellen KNY) dividiert.

Von Weiden wurden 66 Arten und Hybriden untersucht, die zumeist aus dem reichhaltigen Salicetum des hiesigen Botanischen Universitätsgartens stammten. Es waren folgende:

Salix alba L., *amplexicaulis* Chaub., *amygdalina* Koch., *angustifolia* Willd., *appendiculata* Vil., *arctica* Pall., *aurita* L., *auritoides* Kern. (*purpurea* × *aurita*), *austriaca* Hort (*purpurea* × *grandifolia*). *babylonica* L., *bicolor* Ehrh., *caesia* Vill., *calliantha* Kern. (*daphnoides* × *purpurea*), *Caprea* L., *cinerea* L., *daphnoides* Vill., *dasyclados* Wim. (*viminalis* × *cinerea*), *Daviesii* Boiss., *digenea* Kern. (*viminalis* × *daphnoides*), *elaeagnifolia* Tausch (*viminalis* × *purpurea*), *Erdingeri* Kern. (*Caprea* × *daphnoides*), *fragilis* L., *fruticulosa* Kern., *grandifolia* Sér., *Hegetschweileri* Heer (*phylicifolia* ?), *hexandra* Ehrh. (*alba* × *pentandra*), *hircina* Kern. (*cinerea* × *elaeagnifolia*), *holosericea* Sér. (*Séringeana* ?). *Hookeriana* Barratt, *Humboldtiana* Willd., *incana* Schrank, *integrifolia* Hook., *intermedia* Hort. (*incana* × *cinerea*), *Krausei* Anderss (*amygdalina* × *cinerea*), *lirida* Wahlenb., *longifolia* Mühlenb., *lutescens* Kern. (*cinerea* × *aurita*), *mauternensis* Kern. (*purpurea* × *Caprea*). *Medemii* Boiss., *Mielichhoferi* Saut., *myrtoides* Doell, *nigra* Marsh., *nigricans* Sm., *nitens* Godr. (*viminalis* × *cinerea*), *pallida* (Ant.?), *pentandra* L., *permixta* Wahb., *persica* Boiss., *phylicifolia* L., *Pokornyi* Kern. (*pentandra* × *fragilis*), *purpurea* L., *Reichhardtii* Kern. (*Caprea* × *cinerea*), *rubra* Huds. (*viminalis* × *purpurea*), *Schaltilowii* Schroed. (*Lapponum* × *purpurea*), *sericans* Tausch (*viminalis* × *Caprea*), *Seringeana* Gand. (*incana* × *Caprea*), *silesiaca* Willd., *Smithiana* Willd., *Spaethi* h.-, *stipularis* Sm. (*cinerea* × *viminalis*), *subsericea* Doll, *Teplouchovi* Schroed. (*Lapponum* × *viminalis*), *vagans*. Andress, *viminalis* L., *Wicharae* Kern. (*incana* × *purpurea*), *Wimmeri* Kern. (*incana* × *daphnoides*).

1) Dieser Markstrahlexponent ist nicht zu verwechseln mit dem SCHRÖDERschen Markstrahlcoeffizienten, der das Verhältnis der Zahl der Quertracheiden- und Parenchymzellreihen in den Markstrahlen der Abietineen-Gattungen *Larix*, *Picea*, *Pinus* und *Tsuga* ausdrückt.

Die erhaltenen Exponenten waren durchwegs nahe an 2; nur ausnahmsweise fiel der Wert unter 1,9 (bis 1,85), und niemals überstieg er 2,1, mit anderen Worten: das Verhältnis der mittleren Höhe der Merenchymzellen zu den Palisaden lag in den Grenzen zwischen 1:1,9 und 1:2,1, so daß man sagen kann: Im Weidenholze sind die großtüpfligen (stehenden, palisadenförmigen) Markstrahlzellen durchschnittlich doppelt so hoch als die tüpfellosen (liegenden, merenchymatischen) Markstrahlzellen.

Sind die ungetüpfelten Merenchymzellen absolut niedrig, z. B. bei *Salix amplexicaulis, austriaca, Erdingeri, Hookeriana, intermedia, livida, permixta* usw., so sind es auch die getüpfelten Palisaden; sind die ersteren absolut hoch, so sind es auch die letzteren, z. B. bei *Salix arctica, babylonica, bicolor, Caprea, hexandra, Medemii, phylicifolia, viminalis* usw., so daß das Höhenverhältnis (der Exponent) eine fast konstante Größe ist.

Die untersuchten Hölzer hatten in den meisten Fällen einen Durchmesser von 10—30 mm; einzelne (z. B. *Salix alba, Caprea, Daviesii, Humboldti, Medemi, vagans*) einen solchen von 60—100 mm.

Von *Populus* standen mir 11 Arten zur Verfügung. Da hier die Exponenten der Markstrahlzellhöhe innerhalb weiterer Grenzen schwanken, veröffentliche ich auch die Einzelresultate. Wo nicht Stammholz (Schaftholz) besonders angegeben ist, lag Astholz vor.

Von den Abkürzungen bedeutet: D den Durchmesser des zylindrischen Holzstückes (Millimeter); H die durchschnittliche Höhe der getüpfelten, h die der ungetüpfelten Markstrahlzellen (Mikromillimeter); E den Höhenexponenten (unbenannt).

P. balsamifera L.: Stamm (Holzblock): H 25,1, h 20,7, E 1,21 — D 8, H 27,2, h 19,8, E 1,37.

P. berolinensis C. Koch.: D 18, H 22,4, h 17,0, E 1,32.

P. canadensis Moench: D 16, H 24,2, h 16,3, E 1,48: — D 8, H 24,6, h 16,2, E 1,52.

P. euphratica Oliv.: D 20, H 23,8, h 17,2, E 1,38: — D 6, H 24,2, h 16,1, E 1,53.

P. laevigata Ait.: D 8, H 21,5, h 16,3, E 1,32.

P. monilifera Ait.: D 60, H 20,8, h 14,9, E 1,40.

P. nigra L.: D 14, H 22,0, h 16,0, E 1,38: — D 8, H 23,1, h 15,7, E 1,47.

P. pyramidalis Roz.: D 22, H 24,5, h 19,1, E 1,28: — D 8, H 26,2, h 18,2, E 1,44.

P. tremula L.: Stamm (Holzblock) H 22,3, h 18,9, E 1,18: D 20, H 22,6, h 16,2, E 1,40.

P. tremuloides Michx.: D 10, H 22,0, h 16,7, E 1,31.

Ich führe noch zwei Beobachtungsreihen an, in denen die Markstrahlzellenhöhe im Stammholze, in älteren (dickeren) und in jüngeren (dünneren) Aststücken und zwar immer in den letzten (peripheren) Jahreszuwächsen gemessen wurden. Die Zahlen der untersten Reihe beziehen sich beiderseits auf Stammholz, alle übrigen auf Astholz.

Salix babylonica				*Populus alba*			
D	H	h	E	D	H	h	E
8	31,7	15.4	2,06	12	23.1	15.3	1,50
11	31,8	15,8	2,00	36	23,0	16.5	1.41
36	32.3	17.0	1,90	60	22.9	16.9	1.33
90	34.6	18,5	1,87	120	21,9	17.2	1,27
200	34.8	18.8	1.85	350	21,8	18.0	1.21

Aus den gefundenen Zahlenwerten ergibt sich: Mit der Dickenzunahme (dem Fortschreiten der Jahreszuwächse) des Holzkörpers werden im Pappelholze die getüpfelten Markstrahlenzellen höher, die ungetüpfelten Zellen niedriger, der Höhenexponent wird kleiner; im Weidenholze wächst die Höhe beider Zellarten, der Exponent wird auch hier kleiner.

Die bei *Populus alba* beobachtete Eigentümlichkeit der Markstrahlzellen wird durch die Befunde an den anderen Pappelarten bestätigt.

Vom Weidenholz kann ich, da ich wenig Vergleichsmaterial hatte, nur noch zwei Beispiele anführen: *Salix alba:* Stamm: D 112 mm, H 8.60, h 4,20 μ, E 2,05. — Ast: D 8 mm, H 7,0, h 3.38 μ, E 2.07. — *Salix Daviesii:* Ast (?): D 54 mm, H 7,00, h 3.69 μ, E 1.90. — Ast: D 15 mm, H 6,70, h 3,45 μ, E 1,94.

Die mittlere Markstrahlzellhöhe, welche ich im Schaft- und Astholz der Salicineen überhaupt (bei Prüfung von rund 100 Holzproben) beobachtet habe, bewegten sich in folgenden Grenzen: Merenchym (ungetüpfelt): *Populus* 0,015—0.021 mm: *Salix* 0,014 bis 0.020 mm: Palisaden (getüpfelt): *Populus* 0,021—0,023 mm, *Salix* 0.029—0.040 mm; ein diagnostischer Gattungsunterschied liegt somit nur in der Höhe der Palisaden. Der Exponent der Markstrahlzellenhöhe (H : h) liegt für *Populus* zwischen 2,1 und 1,5 und steigt höchstens bis 1,55: für *Salix* bewegt er sich zwischen 1,9 und 2.1 und sinkt höchstens bis 1,85.

Der Längendurchmesser der Tüpfel variiert bei *Populus* etwa zwischen 7,5—10,5 μ, bei *Salix* zwischen 6,5 und 8,8 μ. Die Tüpfel des Pappelholzes sind aber im allgemeinen nicht nur länger, sondern

auch breiter (höher); der Umriß nähert sich mehr einem Kreise, bei *Salix* mehr einer Ellipse. Da gleichzeitig die Palisaden des Pappelholzes niedriger sind, als die des Weidenholzes, so kommt es, daß die Radialwände der Pappelpalisaden fast immer nur 2—3 Reihen, die des Weidenholzes in der Regel 4—6 (im allgemeinen 2—10) Reihen von Tüpfeln aufweisen.

Ich füge noch die Resultate von Messungen an vier Wurzelhölzern an:

	D	H	h	E
Populus alba	30	32,3	23,4	1,38
„ *nigra*	16	25,6	19,7	1,30
„ *tremula*	30	27,7	23,1	1,20
Salix aurita	17	32,1	16,4	1,96

Im Wurzelholze sind somit die Markstrahlenzellen relativ sehr hoch, bei den Pappeln übertrifft das Höhenmaß die für Stamm- und Astholz gefundenen obersten Werte; der Exponent liegt aber bei *Populus* und bei *Salix* innerhalb der für Stamm- und Astholz berechneten Grenzwerte.

Die Gattungen *Populus* und *Salix* lassen sich nach dem Baue der Markstrahlen durch folgende zwei Merkmale unterscheiden:

1. Dividiert man die aus einer größeren Zahl von Messungen ermittelte Höhe H der getüpfelten Markstrahlzellen durch die mittlere Höhe h der ungetüpfelten Markstrahlzellen, so liegt der Exponent H : h bei *Populus* zwischen 1,2 und 1,55, bei *Salix* zwischen 1,85 und 2,1.

2. Die an der Radialwand ausgebildeten Tüpfel stehen bei *Populus* in 2—3 (im Wurzelholze hin und wieder auch in 4) Reihen, bei *Salix* in 2—10, zumeist in 4—6 Reihen.

90. G. Lewitsky: Vergleichende Untersuchung über die Chondriosomen in lebenden und fixierten Pflanzenzellen.

(Mit Tafel XXVII.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 20. Dezember 1911.)

Schon von Anfang meiner Studien an über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen[1]), welche ausschließlich an fixiertem Material ausgeführt wurden, suchte ich nach einem Objekt, wo man die betreffenden Gebilde auch im Leben sehen konnte.

Schon vor der Publikation meiner oben erwähnten Mitteilung habe ich ein solches Objekt gefunden und mich auch von der völligen Identität der Bilder überzeugt, die das lebende und das nach der „Chondriosomenmethode" fixierte Plasma darstellt. Deswegen habe ich auch die entsprechende Notiz der Arbeit eingefügt (S. 544). Dieses ganze Jahr habe ich die Strukturen studiert, welche das lebende und das nach verschiedenen Methoden fixierte Plasma der untereinander analogen Zellen darbietet. Als Objekt diente mir die gewöhnliche Pflanze unserer Aquarien — *Elodea canadensis* Rich.[2]). Zum Studium der Plasmastrukturen sind am besten die sogenannten „Achselschuppen"[3]) geeignet, welche zu zweien in der Achsel der jungen Blätter sitzen und sich ziemlich leicht ganz unbeschädigt unter der Lupe abtrennen lassen[4]). Jede solche Schuppe ist von zwei Schichten ganz farbloser Zellen gebildet. Am Rande trifft man nicht selten auch einzeln hervorragende Zellen; diese sind für das Studium der Plasmastrukturen

1) Ber. d. D. bot. Ges. B. XXVIII, S. 538. Über denselben Gegenstand wurden in der letzten Zeit die Arbeiten von Pensa (Anat.-Anz. B. XXXVII u. XXXIX), Guillermond (Compt. rend. de l'Ac. d. Sc. t. 153 pp. 199 et 290), Nicolosi-Boncati (Rend. R. Accad. Sc. fis. e mat. di Napoli Fasc. 5—6 1910), Bonnet (Compt. rend. de la soc. d'Hist. nat. de Toulouse, Séance du 15. II. 1911) veröffentlicht. Die Angaben der zuerst genannten zwei Autoren stimmen mit den meinigen überein; die übrigen Arbeiten sind mir unzugänglich geblieben.

2) Neuerdings wird die Pflanze von manchen Autoren *Helodea* genannt.

3) Vgl. Kirchner, Löw u. Schröter, Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleuropas, B. I, S. 686.

4) Über ihre morphologische Natur vgl. Pax, Allgem. Morphologie d. Pflanz. S. 103; Velenowsky, Vergleichende Morphol. d. Pfl. S. 443—447; daselbst auch weitere Literatur.

besonders günstig. Bei meinen Untersuchungen benutzte ich hauptsächlich die Schuppen, welche noch nicht ganz dicht vom Plasma gefüllt waren und noch keine Vacuolen zeigten. Die Untersuchung wurde immer im Wasser der Kultur unter dem Deckglas ausgeführt. Um jeden Druck auf das Objekt zu vermeiden, wurde jedesmal ein Haar daneben gelegt. Die Ränder des Deckglases wurden mit Wachs verschlossen. Etwa eine Stunde lang ließen sich dabei meistens keine Veränderungen in der Plasmastruktur wahrnehmen. Die Beleuchtung war meistens eine Gasglühlichtlampe und eine mit destilliertem Wasser gefüllte „Schusterkugel". Doch wurde auch Tageslicht vielfach angewendet. Die optischen Mittel bestanden aus LEITZs Ölimm. Apochr. 2 mm (Apert. 1.32), Compens. Ocul. 4 u. 8, dem großem ABBEschen Beleuchtungsappar. A. v. LEITZ. Vielfach wurde Öl auch zwischen Objektträger und Beleuchtungsapparat eingeschaltet.

Im Cytoplasma der Zellen einer oben beschriebenen ganz vorsichtig auspräparierten „Achselschuppe" bemerkt man sofort bei etwas verengter Blende gleichsam eine Art von Strichelung, die in verschiedenen Richtungen verläuft. Bei genauerer Betrachtung mit wechselnder Öffnung der Blende und bei verschiedenen Einstellungen entdeckt man leicht, daß die einzelnen Striche sich in längere, bald gerade, bald verschieden stark gebogene Fäden oder Stäbchen auflösen. Bei weiterer Beobachtung entdeckt man bald die Fäden in immer größerer Menge und kommt zur Überzeugung, daß das ganze Volumen des Cytoplasmas mit solchen Fäden, Stäbchen wie auch Körnern, die in einer anscheinend homogenen Grundsubstanz[1]) liegen, ausgefüllt ist. Wenn man etwas mehr geübt ist, dann sieht man alle diese Verhältnisse von dem ersten Momente der Beobachtung an. In manchen Fällen sind aber die Fäden so stark lichtbrechend, langgezogen und zahlreich, daß sie auch einem ganz ungeübten Beobachter sofort in die Augen fallen. Hier lassen sie sich auch auf eine photographische Platte übertragen.

Das Photographieren der cytologischen Verhältnisse des lebenden Plasmas wird nur ganz vereinzelt angewendet. Die Ursache liegt in den großen Schwierigkeiten, bei den so minimalen Kontrastdifferenzen, die verschiedene Teile des lebenden Zellkörpers darstellen, eine copierbare Negativplatte zu bekommen.

1) Alle diese stärker lichtbrechenden Gebilde sind immer mit hellen Säumen umgeben. Dieselben stellen sicher die sogenannten „Beugungshöfe" dar: bei der schiefen Beleuchtung werden sie einseitig.

Dennoch habe ich aus den fortgesetzten Studien des lebenden Plasmas die Überzeugung gewonnen, daß gerade bei so feinen, verwickelten und vergänglichen Dingen der Photographie eine ganz besondere Bedeutung zukommt, wenn man ein objektives Bild der Strukturverhältnisse zu erhalten wünscht. Nach einigen Versuchen habe ich endlich ein paar brauchbare Negative der Plasmastrukturen in den Zellen der „Achselschuppen" von *Elodea canadensis* erhalten. Sie wurden in üblicher Weise mit Sublimat verstärkt und auf „Velox" copiert. Hier ließen sich die Plasmastrukturen ganz ruhig, langsam und sorgfältig studieren.

Eine solche Aufnahme ist auf unserer Phot. 1 (Taf. XXVII) angegeben. Sie ist in keiner Weise retouchiert. Um das Auffinden der Einzelheiten doch zu erleichtern, habe ich daneben eine zweite, mit der vorigen identische, aber retouchierte Kopie beigegeben (Phot. 2); darin sind die Kontraste etwas verstärkt. Auf der Photographie ist absichtlich gerade die Stelle aufgenommen, wo die normalen und die infolge der Präparation veränderten Zellen nebeneinander lagen.

Die Veränderung des Cytoplasmas, welche am leichtesten eintritt, ist die Bildung der Vacuolen. Die ersten Stadien einer solchen sind in den zwei unteren Zellen unserer Photographie ersichtlich. Die ursprüngliche Struktur — isolierte Fäden und Körner — scheint hier noch nicht verwischt zu sein. Dagegen sehen die obersten Zellen derselben Photographie ganz anders aus — da ist alles zu einem schwammigwabigen „Gerüst" geworden. Wenn man eine Achselschuppe längere Zeit[1]) unter dem Deckglas liegen läßt, so verändern sich alle Zellen in der soeben beschriebenen Weise; dasselbe erzielt man rascher, wenn man einen leichten Druck auf das Deckglas ausübt.

Sehr schöne „Wabenstruktur" ist an der Photographie 3[2]) (die Zelle rechts) zu sehen. Dagegen zeigen die übrigen Zellen ziemlich deutliche Fadenbildungen (vgl. besonders die Zellen oben rechts und unten links). — Doch am schönsten sind die Körner und Fäden des lebenden Cytoplasmas an der Photographie 1 und 2 zu sehen. Die Fäden sind bald gerade, bald verschiedenartig gebogen,

1) In einem von meinen Versuchen z. B. 9 Stunden. In einem anderen Versuche war das Cytoplasma — nach 5 Stunden — nur etwas verflüssigt worden und zeigte dabei eine schöne Bewegung. Die fadenförmigen Gebilde wurden dabei sehr gut erhalten.

2) Hier wurde das Negativ nach der in hiesigem Institut von W. FAWORSKY (vgl. „Photograph. Rundschau" 1910, H. 15, 16 u. 17) ausgearbeiteten Verstärkungsmethode einmal „osobromiert".

bald gleich dick, bald mit Anschwellungen versehen. Einige sind im Vergleich mit der Grundsubstanz dunkel, andere dagegen hell. Die ersteren liegen oberhalb der Fokalebene, die letzteren unterhalb bzw. in der Fokalebene. Manchmal läßt sich die Zusammensetzung der einzelnen Fäden aus Körnern feststellen. Ein solcher Fall ist gerade in der zentralen Zelle unserer Photographie 1 und 2 neben dem Kerne (links unten) zu beobachten. Alle diese Strukturen ließen sich am besten mit Comp.-Oc. 4, d. h. mit der Vergrößerung 515, sehen; Comp.-Oc. 8 wurde nur für das genauere Studium der Einzelheiten gebraucht.

Wenn man von einer noch vacuolenfreien Zelle einer Achselschuppe mit Hilfe eines Zeichenapparates die einzelnen Fäden in der Zeichnung fixiert hat und sie nach einer Viertelstunde wieder untersucht, dann läßt sich feststellen, daß die Fäden ihre Lage und Umrisse nicht verändert haben. Dagegen fließt das Cytoplasma in etwas älteren vacuolenhaltigen Zellen in breiten Strömen, die einzelnen Körner und Fäden mitschleppend. Die letzteren bieten sich dann mit ihren schlängelnden Bewegungen in ihrer vollen Schönheit dar.

Außer der Vacuolisation, welche sich als eine Folge der Präparation erweist, läßt sich im Cytoplasma unseres Objektes noch eine Erscheinung beobachten, die, teilweise wenigstens, als sekundäre Veränderung im Cytoplasma angesehen werden muß. Das sind die Gebilde, welche den von CRATO unter anderen Objekten auch bei unserer Pflanze beschriebenen „Physoden" vollkommen entsprechen[1]). Das sind kleine kugelige sehr stark lichtbrechende Körner (oder vielleicht Vacuolen), welche sich in der noch unbeweglichen Grundmasse des Cytoplasmas der meristematischen Zellen einer Achselschuppe lebhaft bewegen, bald zitternd, bald plötzlich lange Strecken leicht durchlaufend. Osmiumsäure schwärzt sie viel stärker als die oben beschriebenen Fäden und Körner. Ihre Zahl und Dimensionen vergrößern sich erheblich während der Beobachtung; in ganz intakten Zellen, am Anfang der Beobachtung, ist es meistens schwer zu entscheiden, ob sie überhaupt da sind. Am wahrscheinlichsten scheint es mir, sie als vielleicht fettartige[2]) Abbauprodukte des Stoffwechsels zu deuten, welche zwar auch im normalen Leben gebildet, aber in einem in der

1) Ber. d. D. Bot. G., B. X, 1892. Bot. Ztg., B. 51, 1893, COHNS Beitr. z. Biol. d. Pfl., B. 7, 1896, § 506—507.

2) Bei der alkalischen Reaktion des lebenden Plasmas würde dann ihre Bewegung ganz verständlich sein.

Lebenstätigkeit etwas gestörten Plasma viel stärker produziert werden. Die Einzelheiten darüber, sowie Abbildungen behalte ich mir für eine andere Arbeit vor.

In den mit Eisenhämatoxylin (nach MEVES) gefärbten Mikrotomschnitten der nach BENDA fixierten Stengelspitzen von *Elodea canadensis* kamen mir genau dieselben Strukturen im Cytoplasma vor die Augen, die ich oben für die lebenden Zellen beschrieben habe; nur traten hier die intensiv schwarz gefärbten Körner und Fäden in der beinahe farblos gebliebenen Grundsubstanz des Cytoplasmas ungemein scharf hervor. Hiermit waren die Fäden und Körner des lebenden Cytoplasmas als Chondriosomen erwiesen, welche in den tierischen Zellen mit Hilfe derselben Technik dargestellt werden und in beiden Fällen dieselben morphologischen Eigenschaften haben. Dieselben Resultate wurden auch mit einer Reihe noch anderer Fixierungsmittel erzielt. Die hier angegebenen Photographien 4, 5 und 6[1]) sind von Achselschuppen aufgenommen, welche mit schwachem FLEMMINGschem Gemische fixiert wurden. Infolge der Verschiedenheiten in der Färbung der Präparate, sowie auch in der Herstellung der Kopien sehen auch die Photographien etwas verschieden aus. Während auf der Photographie 5 nur die einzelnen Fäden („Chondriokonten") äußerst scharf hervortreten, sind auf der Photographie 4 auch die weiteren Einzelheiten der Cytoplasmastruktur zu studieren. Auf der Photographie 6 sind die Körner („Mitrochondrien") besonders schön ausgefallen. Bei mehreren bemerkt man ihre paarweise Anordnung. Die völlige Übereinstimmung des Bildes mit dem des lebenden Plasmas (Photographie 1 u. 2) ist ganz klar.

Die Zelle der Photographie 7 gehört auch einer Achselschuppe an; sie wurde nach BENDA fixiert: die Cytoplasmastrukturen sind den oben beschriebenen analog.

Jetzt möchte ich den zwei Grundfragen der Cytologie etwas näher treten: 1. Über die Fixierung der wirklichen Strukturen des lebenden Plasmas; 2. über diese letzteren Strukturen speziell. Die Übereinstimmung der Bilder, die uns das lebende Cytoplasma darbietet, mit den nach BENDA fixierten Präparaten zeigt, daß gerade diese Mischung als das so lange angestrebte „richtige" Fixiermittel, wenigstens für Cytoplasmastrukturen, anerkannt werden muß.

---

1) Die letzteren zwei sind von derselben Stelle bei verschiedenen Einstellungen aufgenommen.

Ich habe für dasselbe Objekt verschiedene teilweise schon bekannte, teilweise neue Fixiermittel angewandt, die entsprechenden Präparate dabei studiert und untereinander verglichen. Es ergab sich daraus, daß alle von mir erprobten Fixiermittel sehr natürlich und ziemlich scharf in zwei Gruppen zerfallen, nämlich in „chondriosomenerhaltende" und „chondriosomenzerstörende". Die ersteren geben die wahre Struktur des Cytoplasmas wieder, die der zweiten Gruppe verschiedene Zerstörungs- und Kunstprodukte[1]). — Zu der ersteren Gruppe gehören nach meinen Erfahrungen: 1. BENDAsche Mischung[2]), 2. BENDAsche Mischung ohne Essigsäure, 3. ALTMANNs Gemisch[3]), 4. Osmiumsäure ½ pCt., 5. Formalin 10 pCt., 6. Schwaches FLEMMINGsches Gemisch. Mit allen diesen Fixierungsmmitteln bekommt man ganz übereinstimmende Bilder, was die Chondriosomen und die Kerne betrifft. Die Chondriosomen gleichen dabei vollkommen den Fäden, Stäbchen und Körnern des lebenden Cytoplasmas, die Kerne sind bald fast homogen (Osm.-S., Form., ALTM.-Gem.), bald dicht und fein granuliert; in beiden Fällen sind sie mit einzelnen größeren Chromatinklumpen versehen, welche auch vielfach aus Körnern zusammengesetzt erscheinen — die Strukturen, welche denen in den lebenden Kernen zu beobachtenden auch am nächsten stehen[4]). Die Spindelfasern sind bei allen Fixiermitteln dieser Gruppe undeutlich, was bekanntlich auch im Leben der Fall ist. Die Grundsubstanz bleibt homogen; nur nach Osmiumsäure und Formalin wird dieselbe insofern verändert, als sie mehr oder weniger vakuolisiert wird. Die Chondriosomen jedoch sind auch hier wohl erhalten.

Zu der zweiten Gruppe der Fixierungsmittel, d. h. zu den „chondriosomenzerstörenden" gehören: 1. Alkohol absol., 2. Essigsäure 20 pCt., 3. Alkohol-Eisessig (CARNOY), 4. Alkohol-Sublimat (gesätt.), 5. Alkohol-Sublimat-Essigsäure[5]), 6. Sublimat-Wasser

---

1) Streng genommen gilt diese Klassifizierung nur für unser Objekt. Die anderen Pflanzen verhalten sich manchmal in dieser Beziehung etwas abweichend. Darüber ausführlich in einer größeren Arbeit.

2) 1 pCt Chr.-S. 15 ccm, 2 pCt. Osm.-S. 4 ccm, Eisessig 3 Tropfen. Ergebn. d. Anat. u. Entw. B. XII, S. 752.

3) 5 pCt. Kalumbichr. u. 2 pCt. Osm.-S. zu gleichen Teilen. Die Elementarorganismen. 1890, S. 27.

4) Bekanntlich hat KORSCHELT (Arch. f. mikr. An. B. 47) analogen Bau bei den lebenden Kernen der Spinndrüsen der Raupen nachgewiesen. Vgl. noch MEVES Aufsatz darüber in Arch. f. mikr. An. B. 48.

5) 70 pCt. Alkoh. 100 ccm, Subl 5 g, Eisess 5 ccm.

(gesätt.), 7. Alkohol-Sublimat-Picrinsäure (beide gesätt.), 8. $AgNO_3$ 2 pCt., 9. Pyrogall.-Säure 2 pCt., 10. H_2O_2, 11. starkes FLEMM.-Gemisch.

Alle diese Fixiermittel wirken ziemlich gleichartig auf die Kerne und das Cytoplasma von *Elodea canadensis*. In den ersteren rufen sie meistens grobklumpenartige Anordnung des Chromatins und große ganz leere Lücken des „Kernsaftes" hervor. Bei der Teilung sind die „kinoplasmatischen" Bildungen, d. h. Spindel- und Stutzfasern, sehr stark entwickelt und scharf abgegrenzt. Im Cytoplasma der meristematischen Zellen, wo dasselbe im Leben das ganze Zellvolumen außerhalb des Kernes als eine halbflüssige Masse lückenlos ausfüllt, sind nach der Wirkung der soeben angegebenen Fixierungsmittel große Lücken vorhanden, welche die Maschen des bekannten „Plasmagerüstes" der üblicherweise fixierten Präparate darstellen. Die „Gerüste", welche nach den verschiedenen Fixierungsmitteln der zweiten Gruppe entstehen, unterscheiden sich nur insofern untereinander, als diese Lücken bald mehr, bald weniger stark entwickelt sind: sehr groß nach Alkohol, erscheinen sie vielmehr begrenzt nach den Sublimatgemischen. Doch sind im Grunde alle diese „Gerüste" gleich gebaut, etwa „schwammig-netzig" — und stellen nur die verschiedenen Grade der Zerstörung des ursprünglichen Baues des lebenden Cytoplasmas dar. Auf der Photographie 8 sind zwei Zellen einer Achselschuppe dargestellt, welche mit Alkohol-Sublimat fixiert wurden. Gröbe Chromatinklumpen und „Kernsaftlücken" in den Kernen, sowie das schwammige „Cytoplasmagerüst" sind da zu sehen. Inwiefern die lockeren Balken des letzteren den halbzertrümmerten Chondriosomen entsprechen, ist schwer zu entscheiden[1]). Alkohol und Alkohol-Eisessig rufen noch größere Veränderungen der Struktur hervor.

Kein Zweifel besteht, daß neben der Zerstörung der Chondriosomen als Teile des wirklichen Plasmagerüstes auch verschiedene Gerinnselbildungen in der Grundsubstanz entstehen. Meine Erfahrungen[2]) stimmen in dieser Hinsicht mit den Angaben von A. FISCHER[3]) überein, der eine Umwandlung des homogenen Plasmas (Amöbenpseudo-

1) Mit wässeriger Sublimatlösung gelang es, einige Arten von Chondriosomen doch zu konservieren, während alle übrigen in derselben Pflanze zerstört wurden. Solche Fälle bahnen einen Weg an zu einer planmäßigen Analyse des Chondriosomenbestandes einer gegebenen Pflanze.

2) Außer den Mikrotomschnitten habe ich auch die unmittelbare Wirkung verschiedener Reagentien auf das lebende Plasma direkt unter dem Mikroskope studiert.

3) Üb. Protoplasmastruktur. Arch. f. Entw. Mech. B. 30. 1902.

podien u. dgl.) in ein „gerüstiges" unter der Wirkung verschiedener Fixiermittel Schritt für Schritt verfolgt hatte (S. 23)[1]).

Jetzt treten wir an die zweite Frage heran, nämlich an die nach dem echten Bau des Cytoplasmas der lebenden Zellen. In den meristematischen Zellen der *Elodea canadensis* ist die wirkliche Struktur ohne Zweifel mit der „Filarstruktur", welche FLEMMING in seinem Werke „Zellsubstanz, Kern- und Zellteilung" (1882) so gründlich an den lebenden Zellen erforscht und so schön abgebildet hat[2]), identisch. Seine Fig. 1, 2, 4 (Taf. I), 19 (Taf. IIa), stimmen mit dem, was ich selbst bei *Elodea canad.* beobachtet und studiert habe, vollständig überein. In beiden Fällen handelt es sich um die in der anscheinend homogenen Grundsubstanz gelegenen stärker lichtbrechenden und voneinander isolierten fadenförmigen Gebilde. Nur wurden von mir außer Fäden auch noch Körner von gleicher Natur konstatiert. Bekanntlich hat FLEMMING später seine Ansichten über Plasmastrukturen wesentlich modifiziert, insofern er netzartige Verbindungen zwischen den ursprünglich (1882) für isoliert[3]) gehaltenen Fäden angenommen hat. Diese Änderung war wohl aus dem Bedürfnisse entstanden, die ziemlich spärlichen und meistens nicht sehr deutlichen „Mitombilder" der lebenden Zellen mit den „schönen" Gerüsten, Fäden, Strahlen u. dgl. der fixierten Präparate in Einklang zu bringen. Das ist aufs deutlichste z. B. aus der „Eröffnungsrede" ersichtlich, die FLEMMING auf der 13. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in Tübingen (1899)[4]) gehalten hat. Wir haben aber schon gesehen, daß die „Cytoplasmagerüste", welche gerade nach den üblichen, „guten" Fixationsmitteln erhalten werden, nur die Trümmer der mit verschiedenen sekundären Fällungsbildungen ganz verunstalteten ursprünglichen Gerüste des lebenden Plasmas darstellen. Mögen verschiedene faden- und strahlenförmige Gebilde, welche nach diesen Fixationsmitteln meistens so deutlich hervortreten, auch im Leben existieren, wie das jetzt fast allgemein angenommen wird[5]), so sind sie dennoch von den Chondrisomen

1) Auch mit Formalin (Konzentration nicht angegeben) hat er die „Gerüste" erhalten (ib. S. 22).

2) Ganz analoge Dinge hat auch BERTHOLD, welcher sich der Auffassung FLEMMINGs über Plasmastrukturen vollkommen anschließt (Studien üb. Protoplasmamechanik S. 59), bei verschiedenen pflanzlichen lebenden Objekten ausführlich beschrieben und teilweise abgebildet (Fig. 8, Taf. I). Vgl. auch bei SCHWARZ (Die morphologische und chemische Zusammensetz. des Protopl. 1887) seine Fig. 152 (Taf. V), sowie auch diesbezügliche Beschreibung auf der S. 133.

3) „Zellsubst." s. S. 22 u. 58.

4) Anatom. Anz. B. XVI, Ergänzungsheft, S. 2.

5) Von MEVES auch: Arch. f. mikr. An. B. 75, 1910, S. 649.

ganz scharf zu trennen. Jedenfalls müssen sie[1]) den flüssigeren Bestandteilen des Cytoplasmas, der Grundsubstanz, zugerechnet werden.

Im Jahre 1907 hat MEVES „die Methoden der Mitochondria-Darstellung" auf diejenigen Objekte angewandt, auf welche FLEMMING seine Fadenbaulehre gegründet hat[2]). Bei dieser Untersuchung wurde die wichtige Tatsache festgestellt, daß die Fäden, welche FLEMMING in dem lebenden Cytoplasma verschiedener Zellen gesehen hatte, sich mit BENDAscher Flüssigkeit fixieren und „in der Farbe der Mitochondrien intensiv tingieren" lassen (S. 563). Dabei zeigen sie alle Eigenschaften, welche den Chondriosomen eigen sind, und deshalb müssen sie mit den Chondriokonten identifiziert werden. Genau dasselbe habe ich auch bei *Elodea canadensis* festgestellt. Mit wenigen Worten: das echte Cytoplasmagerüst wird von den Chondriosomen, als festeren Teilen des Plasmas, gebildet; die letzteren treten hier, wie auch überall in den Zellen, in Form von homogenen Fäden — Chondriokonten —, Körnerfäden — Chondriomiten —, Körnern — Mitochondria — auf. Die Zwischenräume sind mit einer weniger lichtbrechenden, flüssigeren, anscheinend homogenen Grundsubstanz ausgefüllt, welche außerdem verschiedene Einschlüsse, wie Physoden, Vacuolen und dergleichen führen kann.

Alle hier möglichst kurz angegebenen Erfahrungen und Überlegungen bestimmen auch die Stellungnahme, zu welcher mich meine Studien in Hinsicht der sogenannten „Netz"-, „Schwamm"- u. dgl. Plasmastrukturen gedrängt haben. Sie scheinen mir alle auf Kunstprodukten aufgebaut zu sein, welche infolge von zerstörend auf die lebenden Strukturen wirkenden Fixationsmitteln oder einer wenig sorgfältigen Präparation[3]) entstehen.

Was speziell die so angesehene BÜTSCHLIsche „Wabentheorie" der Plasmastruktur anbetrifft, so möchte ich hier nur auf die sehr gründliche Arbeit von DEGEN[4]) verweisen. Dem Verfasser ist es gelungen, in sehr überzeugender Weise die Tatsache festzustellen, daß die Wabenbildung infolge verschiedener, manchmal geringster Eingriffe in das ursprünglich wabenlose Plasma eintritt. Sehr schöne „Wabenstrukturen" habe ich auch in beschädigten

1) Vielleicht nur genetisch, d. h. ihrem Ursprunge nach.

2) Anat. Anz. B. XXXI, S. 562.

3) Das durch den stärkeren Druck auf das Deckglas aus der Zelle einer Achselschuppe herausgepreßte Plasma hat ebensolche „schwammige" Struktur wie nach der Fixation mit Sublimat u. dgl.

4) Untersuchungen üb. die kontraktile Vacuole u. die Wabenstruktur des Protoplasmas. Bot. Zeitg. B. 63, 1905.

(z. B. infolge des Deckglasdruckes) Zellen sehr oft beobachtet. Eine solche Zelle (Phot. 3) haben wir schon besprochen. Dennoch muß es hier betont werden, daß ich keineswegs die eventuelle Wabenstruktur des Plasmas ganz und einfach zu den „Kunstprodukten" rechne. Die Wabenbildung in der Grundsubstanz des Cytoplasmas kann zu den vitalen Erscheinungen gehören; das vacuolisierte Plasma ist imstande, seinen ursprünglichen Bau herzustellen, wie das DEGEN gezeigt hat. Dann bei verschiedenen ganz normalen Lösungsprozessen kann das Cytoplasma auch vacuolisiert werden, doch gehört diese Vacuolisation nicht zu dem Wesen der Plasmaorganisation, wie das von BÜTSCHLI angenommen wird: die letztere wird durch die Chondriosomen repräsentiert.

Die „Wabenstruktur" des Plasmas wurde gerade bei unserer Pflanze von CRATO beschrieben[1]). Die Achselschuppen, ein wirklich ausgezeichnetes Objekt für das Studium der Plasmastrukturen, läßt der Verfasser ganz ohne Erwähnung. Alle seine „Wabenstrukturen" hat er an den Vegetationsspitzen des Stengels beobachtet. Ehe ich zu den Achselschuppen kam, habe ich auch viel Zeit und Mühe mit den Vegetationsspitzen verloren, doch ohne greifbare Resultate. Das Objekt ist so dick und undurchsichtig, es treten so leicht allerlei Veränderungen im Plasma auf[2]), daß keine sicheren Schlüsse über „Plasmastrukturen" sich daraus ziehen lassen. Die ausführliche Beschreibung, welche Verfasser in COHNs Beitr. (S. 506–507) über den „lamellösen Bau" des Plasmas bei *Elodea* gibt und besonders seine Zeichnungen (Fig. 66 u. 67 d. Taf. XIV) sind mir absolut unverständlich . . . In jedem Falle haben seine „ziemlich regelmäßigen Polyeder" (S. 506) mit der wirklichen Plasmastruktur der lebenden nicht veränderten meristematischen Zellen von *Elodea canadensis* gar nichts zu tun. Besondere Erwähnung verdient ALTMANNs „Granulatheorie". Ich habe seine Methodik[3]) an meinem Objekte geprüft. Die Fixierung ergab sich als etwas launisch, das Plasma manchmal kontrahiert oder vacuolisiert. Doch nach einigen Versuchen habe ich ziemlich gute Präparate bekommen. Die Bilder waren dieselben, wie auch nach der BENDAschen Methode. Nur wurden die Chondriosomen rot und das Cytoplasma braungelb dabei[4]). Damit ist die Identität

1) Ber. d. D. b. G. B. X 1892; Bot. Zeitg. B. 51; COHNs Beitr. zur Biol. d. Pfl. B. 7, 1896, S. 506.

2) Wohl infolge des hier unvermeidlichen Deckglasdruckes.

3) „Die Elementarorganismen", 1890, S. 27—28.

4) Nach der ALTMANNschen Fixation läßt sich mit Erfolg auch MEVEsche Eisen-Hämatoxylinfärbung anwenden. Eine so behandelte Zelle aus der Stengelspitze von *Elodea* ist auf der Phot. 9 zu sehen.

zwischen den Fäden und Granula von ALTMANN[1]) einerseits und den Chondriokonten und Mitochondria andererseits festgestellt. Da aber die Chondriokonten mit den „Mitomfäden" FLEMMINGs (1882) identisch sind, lassen sich die Filar- und Granulatheorien in der „Chondriomlehre" vereinigen[2]). Dasselbe Resultat wurde neuerdings auch im zoologischen Gebiet gewonnen[3]).

In den jungen Blattanlagen von *Elodea canad.* wandeln sich die Chondriosomen, ebenso wie ich das für *Asparagus officinalis* gezeigt hatte[4]), in die Chloroplasten um[5]); in den anderen Teilen des Pflanzenkörpers erfahren sie während der Entwicklung verschiedenartige, doch immer gesetzmäßige Umwandlungen[6]), welche auf ihre große physiologische Bedeutung hinweisen. In den Chondriosomen sind meiner Meinung nach die festen Anhaltspunkte gegeben für das Studium des Lebens des Plasmas, für das Studium seiner Organisation.

Noch ein paar Worte über die Arbeit von LUNDEGARD[7]). Auf Grund seiner Untersuchungen „über Protoplasmastrukturen in Wurzelmeristemzellen von *Vicia Faba*" ist der Verfasser zu dem Schlusse gekommen, daß „die *Vicia*-Leukoplasten, die im Leben meistens rund sind", „durch die Fixierung fädig ausgezogen werden", „oder sich ineinander kleben und lange Ketten formieren". Demnach spricht er die Vermutung aus, daß die Gebilde, welche als Chondriokonten u. dgl. in den pflanzlichen Zellen beschrieben wurden, nur die „Deformierungsprodukte im Leben anders (und einfacher?) geformter Bildungen darstellen". Es würde hier nicht am Platze sein, auf eine Kritik der Methodik und der Schlußfolgerungen des Verfassers einzugehen. Doch hat gerade diese Arbeit mich besonders angeregt, die Beziehungen zwischen den Strukturen des lebenden und fixierten Plasmas möglichst klarzulegen. Das ist ja der Gegenstand der vorliegenden Mitteilung.

---

1) Von den möglichen Kunstprodukten der ALTMANNschen Methode abgesehen.

2) Als „Chondriom" bezeichnet MEVES die Gesamtheit der in einer Zelle vorhandenen Chondriosomen (Anat. Anz., B. 31, S. 405).

3) SAMSONOFF, Üb. die Beziehungen der Filarmasse FLEMMINGs zu den Körnern ALTMANNs. Arch. f. mikr. An., B. 75, 1910, S. 638.

MEVES, Zur Einigung zwischen Faden- und Granulalehre des Protoplasmas, ebenda S. 642.

4) Ber. d. D. b. G., B. XXVIII, S. 538.

5) S. meine nächstfolgende Mitteil. in dies. Ber.

6) Darüber wird eine spezielle Arbeit publiziert.

7) Jahrb. f. w. Bot., B. 48, S. 285—378, 1910.

Zusammenfassung der Hauptresultate.

1. Das Cytoplasma der meristematischen Zellen von *Elodea canadensis* besteht aus einer flüssigen anscheinend homogenen Grundsubstanz und einem festeren Gerüst. Das letztere besteht aus den ganz voneinander isolierten Fäden, Stäbchen, Körnerfäden und Körnern, die einerseits alle Beschaffenheiten der Chondriosomen der tierischen Zellen besitzen, andererseits den Fäden, die FLEMMING 1882 im Cytoplasma der lebenden Zellen beschrieben und auf die er seine „Filartheorie" der Plasmastruktur aufgebaut hatte, vollkommen entsprechen. In der Grundsubstanz können Einschlüsse verschiedener Art, wie Vacuolen, Physoden u. dgl. eingelagert sein.

2. Die meisten üblichen Fixationsmittel zerstören diese Strukturen des lebenden Plasmas und lassen das wohlbekannte schwammignetzige „Plasmagerüst" der fixierten Präparate entstehen. Die Fixationsmittel, welche die Chondriosomen unverändert fixieren, erhalten hiermit auch die wahre Struktur des Cytoplasmas.

3. Die Chondriosomen des lebenden Cytoplasmas von *Elodea canadensis* lassen sich photographisch aufnehmen und reproduzieren.

Bei meinen photographischen Arbeiten war mir mein lieber Freund W. FAWORSKY mit seinen wertvollen Ratschlägen stets behilflich. Ich spreche ihm hier meinen herzlichen Dank aus.

Kijew, Botanisches Institut des Polytechnikums
14. November 1911.

Erklärung der Tafel XXVII.

Alle Photographien sind mit Ölimm.-Apochr. v. LEITZ 2 mm und Comp.-Ocul. 8 aufgenommen. Vergröß. 750. Nur bei Phot. 7 Comp.-Oc. 12. Vergröß. 1125. Von der Retouche sind alle (Phot. 2 ausgenommen) vollkommen frei.

Phot. 1. Eine junge lebende Achselschuppe von *Elodea canadensis* Rich.
Phot. 2. Dieselbe Aufnahme, aber retouchiert.
Phot. 3. Eine junge lebende Achselschuppe.
Phot. 4. Eine junge Achselschuppe (links) und ein junges Blatt (rechts) Längsschnitt. Fixier. Schwach. FLEMM.-Gem.; Färb. Eisenhämatox.-Gentianaviolett.
Phot. 5. Eine junge Achselschuppe. Basale Zellen. Flächenschnitt. Fixier. Schwach. FLEMM.-Gem.; Färb. Eisenhämatoxylin.
Phot. 6. Dasselbe, eine andere Einstellung.
Phot. 7. Eine junge Achselschuppe. Flächenschnitt. Fixier. n. BENDA; Färb. Eisenhämatoxylin.
Phot. 8. Eine junge Achselschuppe. Längsschnitt. Fixier. Alkohol-Sublimat. Färb Eisenhämatoxylin.
Phot. 9. Eine Zelle aus der Stengelspitze. Fixier. n ALTMANN. Färb. Eisenhämatoxylin.

91. G. Lewitsky: Die Chloroplastenanlagen in lebenden und fixierten Zellen von Elodea canadensis Rich.

(Mit Taf. XXVIII.)

(Eingegangen am 20. Dezember 1911.)

Elodea canadensis wurde schon wiederholt zum Gegenstand der Untersuchungen über die Entwicklung der Chloroplasten gewählt. Die Resultate lauten aber bei den einzelnen Forschern sehr verschieden. Während z. B. A. MEYER[1]) *Elod. can.* als „zur Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der Autoplasten besonders vorteilhaft hält, wird sie von A. SCHIMPER[2]) zu den „viel weniger günstigen" Objekten zugezählt, „als man es wohl annehmen möchte". „ARTH. MEYERS Angabe, daß die Zellen des Scheitelmeristems von *Elodea canad.* Chloroplasten enthalten, kann ich nicht bestätigen", sagt er dabei (S. 11). C. MIKOSCH[3]) konnte auch in den Meristemzellen der Vegetationsspitze des Stengels „von Chlorophyllkörnern", wie sie MEYER beschreibt, „nichts" finden. „Die obersten farblosen Blattanlagen" enthalten nach ihm auch „keine differenzierten Plasmakörper" (S. 27); „beiläufig 0,3 mm unterhalb der Spitze führen die Blattanlagen einige wenige Stärkekörner und dann auch Chlorophyllkörner . . ." „Häufig sind auch hier die jungen Chlorophyllkörner spindelförmig" (S. 27), bemerkt er dabei.

Am ausführlichsten wird die Frage in der schon zitierten bekannten Arbeit von ARTH. MEYER behandelt. Der genannte Forscher hat neuerdings meine Arbeit[4]) „Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen" in einem kurzen Aufsatze[5]) einer sehr entschiedenen Kritik unterworfen. Infolge seiner „genauen Kenntnis des Verhaltens der Chromatophoren" ist der verehrte Verfasser überzeugt, „daß die Annahme von LEWITSKY", „daß die Chromatophoren aus Chondriosomen hervorgehen", „unrichtig ist" (s. S. 160

1) Das Chlorophyllkorn, 1883, S. 78.

2) „Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und ihnen homologe Gebilde", Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XVI, 1885, S. 11.

3) „Über die Entstehung der Chlorophyllkörner", Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. XCII, I. Abt., Juli-Heft, Jahrg. 1885.

4) Ber. d. D. b. G., Bd. XXVIII, 1910, S. 538.

5) Ber. d. D. b. G., Bd. XXIX, 1911, S. 158.

und 158). Da die Einwände meines verdienstvollen Kritikers zu allgemeiner Natur sind, ist es mir besonders lieb, ein Objekt zur Untersuchung gewählt zu haben, welches schon von A. MEYER selbst seinerzeit erforscht worden ist. Nach A. MEYER sind die „Trophoplasten" nicht nur „an der Basis junger etwa 0,7 mm langen Blätter aus dem Innern einer Laubknospe" zu sehen (Fig. 79), sondern er unterscheidet auch „die allerdings sehr kleinen und schwach grünen Trophoplasten" in den Meristemzellen „aus dem Dermatogen des Vegetationspunktes oberhalb der ersten sichtbaren Blattanlage" (S. 91 u. Fig. 78). In den beiden soeben angegebenen Zeichnungen sind die Chlorophyllkörner als kleine schwachgrüne und dabei, was eine besondere Beachtung verdient, rundliche oder ovale Körper abgebildet. Nach MIKOSCH sind, wie wir bereits oben angegeben haben, hier wie auch in anderen Fällen [1]) „die jungen Chlorophyllkörner spindelförmig". Die jüngsten Blätter von *Elodea canadensis*, welche A. MEYER untersucht hat, waren 0,7 mm (S. 78) lang; die diesbezügliche Fig. 79 ist einem 1 mm langen Blatte (S. 91) entnommen. In solchen Blättern, welche sich auch ohne große Schwierigkeiten herauspräparieren lassen, sehen die Chlorophyllkörner in Wirklichkeit meistens so aus, wie sie von A. MEYER beschrieben und abgebildet sind. Ich habe mir ziemlich viel Mühe gegeben, noch viel jüngere Blätter in lebendem Zustande zu untersuchen. Die jüngsten Blätter, bei welchen ich an unbeschädigten Stellen die Chlorophyllkörneranlagen beobachtete, waren 0,3 mm lang. Bei der Präparation [2]) stellte ich mir als Ziel, in einem solchen oder etwas größeren (meistens etwa 5 mm) Blättchen die unvermeidliche Beschädigung möglichst nur auf die untersten Zellen, wo eine Abtrennung stattfand, zu beschränken. Es sollte dabei wenigstens eine Hälfte des Blattes auf einer größeren Fläche aus der Präparation ganz intakt herauskommen. Das war ein mühsames Unternehmen, das viel mehr Schwierigkeiten darbot als die Abtrennung der Achselschuppen [3]). Während bei den letzteren die Anheftungsstelle verengt ist, sitzen die Blätter mit einer breiten Basis dem Stengel an, was die Abtrennung, ohne Beschädigung vieler lebender Zellen sehr schwierig macht. Mancher

1) Bei *Allium* und *Galanthus* (Fig. 12, 18, 19, 20, 21). Ähnliches hat derselbe Forscher bei Weizen und Hafer schon im Jahre 1878 beobachtet (Untersuch. üb. die Entstehung der Chlorophyllkörner, Sitzungsber. d. Kais. Ak. d. Wiss., Wien, I. Abt., Jahrg 1878, S. 21).

2) Über die Methodik der Untersuchung, optische Mittel u. dgl. s. in meiner vorangehenden Mitteilung in dies. Ber.

3) S. meine vorhergehende Arbeit in dies. Ber.

Arbeitstag ging dabei verloren. Doch habe ich in einigen Fällen die Freude gehabt, im ganzen Sehfelde des Mikroskops völlig unveränderte lebende Zellen eines sehr jungen Blattes mit schönen Chloroplastenanlagen vor Augen zu haben. In einem Falle gelang es mir, ein solches Bild auf eine photographische Platte zu übertragen. Das Negativ wurde nach einer im hiesigen Institut von W. FAWORSKY[1]) ausgearbeiteten „Verstärkungsmethode" einmal „osobromiert" und dann in gewöhnlicher Weise auf „Velox" kopiert (Phot. 1).

Wie man sieht, sind hier die Gestalten der jungen Chloroplasten ganz verschieden von der Darstellung und den Figuren von A. MEYER. Die meisten Chloroplastenanlagen sind hier länglich, stäbchenförmig, einige lang-hantelförmig, mit anderen Worten: sie zeigen dieselben Formen, welche ich schon für die jüngsten Stadien der Chloroplastenentwicklung in dem Scheitelmeristem der Keimlingsstengel von *Asparagus officinalis* mit BENDA-MEVES-scher Methode festgestellt hatte[2]) und welche C. MIKOSCH bei *Allium*, *Galanthus* und gerade bei unserer Pflanze schon längst gesehen hatte. Von den hier besprochenen plasmatischen Gebilden in den jungen Blättern von *Elod. can.* lassen sich alle Übergänge zu den älteren ovalen oder linsenförmigen Chloroplasten beobachten. Diese Übergänge sind sehr leicht auf demselben Blatte zu sehen, wenn man die Zellen von der Basis zur Spitze des Blattes verfolgt; noch anschaulicher ist der Übergang von den länglichen, oft fadenförmigen grünlichen Gebilden in der Mitte der Blatthälfte zu den ganz ausgebildeten stärkeführenden ovalen Chloroplasten in den Zellen der Mittelrippe. Dieselben sind auch im oberen Teile unserer Photographie sichtbar. Die jüngsten Stadien der Chloroplastenanlagen, welche ich beobachtet habe, stellen lange, stäbchen- oder fadenförmige, meist etwas gebogene, dabei schwach grünliche Gebilde dar, die in der noch vakuolenfreien homogenen Grundsubstanz des Cytoplasmas in ziemlich dichter Anhäufung eingelagert sind. Besonders deutlich und schön lassen sie sich bei der Einstellung auf die oberste Plasmaschicht beobachten. In diesem Zustande sind die Chloroplastenanlagen ihrer Form nach den kürzlich von mir[3]) beschriebenen Chondriokonten der „Achselschuppen" von derselben Pflanze ganz ähnlich; nur sind die Chloroplastenanlagen etwas dicker und noch grünlich gefärbt. Der Form-

1) Vgl. seine diesbezüglichen Aufsätze: Photographische Rundschau, 1910, Hefte 15, 16 u. 17.

2) Ber. d. D. b. G., Bd. XXVIII, S. 538.

3) S. meine vorhergehende Mitteil. in dies. Ber.

unterschied ist kein absoluter. Vgl. z. B. die hantelförmigen Gebilde im Cytoplasma einer Achselschuppe auf der Phot. 4 unserer vorhergehenden Arbeit. Hier stellen sie doch Chondriokonten dar, oder wenn man sie für „Teilungsfiguren" der Leukoplasten[1]) hält, sind sie mit den fadenförmigen Chondriokonten durch alle Übergänge verbunden. Also sind die oben beschriebenen Chloroplastenanlagen nur als grün gewordene Chondriokonten zu deuten.

Jetzt wenden wir uns beiläufig zu einer anderen Pflanze, *Allium Cepa*, welche von A. MEYER in Bezug auf die Entwicklung der Chloroplasten untersucht worden ist. Eine klare Vorstellung über diese Untersuchung kann man aus den Worten von C. MIKOSCH[2]) bekommen: „MEYER hat — nach seinen Angaben — 2 dem lange[3]) Blätter untersucht; da finde ich es begreiflich, daß die Untersuchung stets ausgebildete Autoplasten ergeben hat; denn man kann schon in Blättern, welche die Scheide eben durchbrochen haben und von der Spitze bis zur Basis ergrünt sind, in sämtlichen Mesophyllzellen reichlich Chlorophyllkörner auffinden." „In der zweiten Hälfte gegen die Spitze" der „ganz jungen Blattanlagen (5 mm Länge[3])" hat MIKOSCH jedoch auch „gelb oder grün gefärbte", aber „meist spindel- oder stäbchenförmige Körper[4]) gefunden. Daß er „in den Meristemzellen an der Basis" derselben Blätter „keine differenzierten Plasmakörper" gefunden hat, ist aus den Schwierigkeiten der Untersuchung sehr wohl begreiflich. Nur bei diesen zwei Pflanzen, *Allium Cepa* und *Elodea canadensis*, wurde von ARTH. MEYER die Entwicklung der Chloroplasten in den jungen Blattanlagen der Stengelspitze ausführlich beschrieben und abgebildet: seine Stadien waren jedoch in beiden Fällen zu alt.

Bei dem Abtrennen eines kleinen Blattes werden immer einzelne Zellen beschädigt. Solche Zellen treten ganz scharf hervor und sind gleich an ihrem vakuolisierten Cytoplasma erkennbar[5]). Bei mißlungener Präparation sind alle Zellen des Blattes so verändert. Von den Chloroplastenanlagen kann man dann nichts er-

1) Diese „Teilung" kommt hier überhaupt nicht zum Ende, und es werden in den Achselschuppen keine Leukoplasten in ihrer typischen rundlichen Form gebildet.

2) l. c. S. 15—16.

3) Von mir gesperrt.

4) Von mir gesperrt.

5) Eine solche Zelle ist auch in unserer Photographie 1 (rechts unten) sehr scharf abgehoben.

kennen. Solche Veränderungen lassen sich leicht auch absichtlich in den Zellen mit der oben beschriebenen und photographierten normalen Struktur hervorrufen, wenn das Deckglas etwas gedrückt oder geschoben wird. Auf die nicht hinlänglich sorgfältige Präparation müssen verschiedene Angaben[1]) über das „schaumige", „vakuolenreiche" u. dgl. Cytoplasma der Meristemzellen bei unserer Pflanze zurückgeführt werden. Außer der Vakuolisation treten vielfache andere Veränderungen im Cytoplasma ein, die auf die Schuld der Präparation kommen. Sie erschweren manchmal bedeutend die Untersuchung und machen die größte Vorsicht in den Schlußfolgerungen notwendig. Diesen Fehlerquellen näherzutreten, behalte ich mir für eine ausführlichere Arbeit vor.

Die jungen Blätter sind bei *Elod. canad.* die einzigen Teile, wo man die Entwicklung der Chloroplasten in lebendem Zustande studieren kann. Die farblosen Vegetationskegel, wo A. MEYER die „schwach grünen Trophoplasten" beschrieben und abgebildet hat (l. c. S. 79 u. Fig. 78) sind infolge ihrer Dicke, der Farblosigkeit der Chloroplastenanlagen und der hier unvermeidlich eintretenden verschiedenen sekundären Veränderungen des Cytoplasmas für solche Untersuchungen durchaus ungeeignet. Das Gesagte gilt ebenfalls für die Handschnitte durch frische Pflanzenteile.

Mit den Wurzeln von *Pisum* u. dgl. habe ich selbst in solcher Weise viel Zeit und Mühe verloren: die wirklichen, unveränderten Cytoplasmastrukturen[2]) kann man dabei nur etwa zufällig erhalten.

Die Photographie 2 ist von dem Präparate aufgenommen, welches mit schwachem FLEMMINGschen Gemisch fixiert und mit Eisen-Hämatoxylin-Gentianaviolett gefärbt wurde. Sie stellt den Flächenschnitt eines jungen Blattes von *Elod. canad.* dar. Man ersieht sofort, daß die Übereinstimmung mit den Verhältnissen in den entsprechenden lebenden Zellen der Photographie 1 vollkommen ist: die länglichen, stäbchen- und hantelförmigen Chloroplastenanlagen sind hier ganz naturgetreu konserviert und intensiv schwarz mit Eisen-Hämatoxylin gefärbt. Die Beziehungen, welche die Chloroplastenanlagen in diesem „Chondriokontenstadium" zu den Fixierreagentien zeigen, sind genau dieselben wie die von mir für die Chondriokonten der Achselschuppen derselben Pflanze beschriebenen[3]).

1) A. MEYER, l. c. S. 78, MIKOSCH, l. c. S. 26, CRATO, COHNs Beitr. z. Biol. d. Pfl. B. 7. S. 506 u. Fig. 67.

2) Vgl. meine vorhergehende Arb. in dies. Ber.

3) S. meine vorhergehende Mitteil. in dies. Ber.

Sie lassen sich sehr gut mit den „chondriosomenerhaltenden" Fixierungsmitteln conservieren, dagegen wirken die „chondriosomenzerstörenden" Fixierer auch auf dieses Stadium der Chloroplastenanlagen zerstörend. Die Photographie 3 ist von einem Präparate aufgenommen, welches von einer Formalinfixation (10 pCt.) und Eisen-Hämatoxylinfärbung stammt. Fig. I (Zeichnung Taf. XXVIII) stellt eine Zelle aus einem jungen Blatte dar nach der Fixation mit BENDAscher Flüssigkeit ohne Essigsäure; Fig. II (auch eine Zeichnung) nach der Fixation mit ALTMANNs Gemisch.

Wie man sieht, haben alle diese „chondriosomenerhaltenden" Fixationsmittel die Chloroplastenanlagen genau, wie sie im Leben waren, fixiert.

Zu den „chondriosomenzerstörenden" Fixationsmitteln gehören zwei Gemische, welche bis jetzt für das Studium der Plastidenentwicklung überall als am besten geeignet galten; das sind Alkohol-Sublimat und Alkohol-Sublimat-Picrinsäure. Die beiden wurden von ZIMMERMANN[1]) empfohlen. Zur Färbung benutzte er die ALTMANNsche Fuchsin-Picrinsäuremethode.

Doch gibt der Verfasser selbst an, daß in den „allerjüngsten Teilen" dabei die Leukoplasten „überhaupt nicht mehr nachweisbar" sind, und „zwar beginnt die Tingierbarkeit" (in den Epidermiszellen) „etwa an der Ansatzstelle des jüngsten Blattes" (S. 16). Nach meinen Erfahrungen wird das Cytoplasma von diesen beiden Gemischen in Form eines ziemlich dichten schwammigen Gerüstes fixiert[2]). Die Chloroplasten werden nur in den Stadien fixiert, wo sie schon oval sind. Wenn man zu den jüngeren Teilen fortschreitet, sind alle Grade der Zerstörung der Plastiden zu verfolgen, bis dieselben in dem gleichmäßigen schwammigen „Gerüste" nicht mehr unterscheidbar werden. Die beiden soeben besprochenen Fixierer scheinen keine besonderen Vorzüge vor den anderen derselben Gruppe zu besitzen; mit Alkohol-Eisessig (CARNAY) bekommt man beinahe dieselben Resultate: gerade die „Chondriokontenstadie" in der Entwicklung der Chloroplasten wird von allen diesen „chondriosomenzerstörenden" Reagentien vernichtet; zum Studium der Chromotophorenentwicklung sind sie alle jedenfalls ganz ungeeignet.

Hiermit möchte ich schließen. Viele Einzelheiten konnten nicht in diesem kurzen Berichte Platz finden; so z. B. die

1) Beitr. z. Morph. u. Physiol. der Pflanzenzelle, 1893, Bd. I, S. 8; Botanische Mikrotechnik, 1892, S. 197.

2) Vgl. die Photographie 8 meiner zuletzt zitierten Arbeit.

Verhältnisse in dem obersten Teile des Vegetationskegels des Stengels, welche hier bei weitem nicht so schematisch einfach, wie bei *Asparagus*[1]), sind; auch die Entwicklung der inneren Struktur der Chloroplasten und viele anderen Fragen bin ich für eine ausführlichere Arbeit über *Elodea canadensis* vorzubehalten genötigt.

Zusammenfassung der Hauptresultate.

1. Die Chloroplasten in den Laubknospen von *Elodea canadensis* entstehen aus den ergrünten Teilen des Cytoplasmagerüstes, welche meistens die Form der Chondriokonten, d. h. Stäbchen oder Fäden, haben. Dabei nehmen dieselben eine hantelförmige Gestalt an, indem sie an ihren Enden anschwellen; diese Anschwellungen isolieren sich voneinander und werden zu jungen Chloroplasten von gewöhnlicher, d. h. ovaler Form.

2. Die Beziehungen der Chloroplastenanlagen in diesem „Chondriokontenstadium" zu den Fixierungsmitteln sind ganz mit denen der Chondriosomen identisch. Die üblichen für das Studium der Plastidenentwicklung empfohlenen Fixationsgemische (wie Alkohol-Sublimat und Alkohol-Sublimat-Picrinsäure) sind dazu absolut ungeeignet: die jüngsten Stadien der Chloroplastenentwicklung bei *Elodea canadensis* werden von diesen Fixiermitteln vollständig zerstört.

3. Die Chloroplastenanlagen im „Chondriokontenstadium" lassen sich im Leben photographisch aufnehmen und reproduzieren.

Kijew, Botanisches Institut des Polytechnikums
15. November 1911.

Erklärung der Tafel XXVIII.

Die Photographien 1—3 sind mit Ölimm. Apochr. v. LEITZ 2 mm, Comp.-Oc. 8, aufgenommen. Vergröß.: 750. Von der Retouche sind sie frei.

Die Fig I u. II sind von den Zeichnungen, welche mit Hilfe des ABBEschen Zeichenapparates ausgeführt worden sind, entnommen. Vergr 1250.

Phot 1. Ein junges lebendes Blatt von *Elodea canadensis* Rich.

Phot. 2. Ein junges Blatt. Flächenschnitt. Fixier. Schwach. FLEMM.-Gem.; Färb. Eisenhämotox. Gentianaviolett.

Phot. 3. Ein junges Blatt. Längsschnitt. Fixier. 10 pCt. Formalin; Färb. Eisenhämatoxylin.

Fig. I. Eine Zelle aus einem jungen Blatte. Längsschnitt. Fixier. nach BENDA ohne Essigsäure; Färb. Eisenhämatoxylin.

Fig. II. Eine Zelle aus einem jungen Blatte. Längsschnitt. Fixier. nach ALTMANN. Färb. Eisenhämatoxylin.

1) Ber. d. D. b Ges., Bd XXVIII, S. 538.

92. C. Wehmer: Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwamm (Merulius lacrymans).

(Mit einer Abbildung im Text)

(Eingegangen am 21. Dezember 1911.)

Zu den praktisch wichtigen Fragen, welche die Hausschwammforschung zu beantworten hat, gehört auch die, ob *Merulius lacrymans* speziell Eichenholz angreift; sie ist bislang in der Literatur zwar wiederholt berührt, aber soweit ich sehe, nirgend genauer erörtert oder experimentell geprüft, wird allerdings trotzdem gewöhnlich bejaht. Die Frage ist auch wissenschaftlich von Interesse, im Falle sie zu verneinen wäre, müßte man nach einer Erklärung für diese Immunität der Eiche suchen; daran schlösse sich notwendig weiterhin die Frage nach dem Grunde der tatsächlich bestehenden Disposition oder Immunität der einzelnen Holzarten gegen gewisse Pilzspezies, einem meines Wissens bislang noch nicht angeschnittenen Thema. In der Tat ist obige Frage in dieser allgemeinen Fassung zu verneinen. An der Hand einiger Beobachtungen in der Praxis, die dann zu bezüglichen Versuchen im Laboratorium Anlaß gaben, konnte ich das unzweideutig feststellen.

Die Bekundungen in der Literatur sind so bestimmt, daß ich naturgemäß mit aller gebotenen Vorsicht zu Werke ging. GOTTGETREU, R. HARTIG, P. HENNINGS, MEZ, VON TUBEUF sprechen sich sämtlich zugunsten dieser Annahme aus, MALENKOWIC scheint unentschieden, nur ältere Forscher (FRITZSCHE, GÖPPERT) weisen auf die schwierigere Zersetzbarkeit des Eichenholzes hin[1]). Nach P. HENNINGS sollte *Merulius* sogar von den Laubhölzern nur das der Eiche zerstören, GOTTGETREU erklärt es als einen Irrtum, wenn manche Techniker behaupten, diese Holzart bliebe vom Hausschwamm verschont, derselbe zerstöre vielmehr in gleicher Weise jede beliebige Holzart, HARTIG spricht direkt von gelungenen Infektionsversuchen, die er aber nicht näher beschreibt. Diesen Standpunkt der glatten Zerstörbarkeit von Eichenholz werden wir

1) Literatur und genaueres gebe ich in einer demnächst erscheinenden ausführlichen Arbeit, welche die Hausschwammfrage auf breiterer Grundlage erörtert.

Merulius-Fruchtkörper in der Ecke eines Parterrezimmers auf gesundem Eichenparkett, aus dem darunterliegenden zerstörten Nadelholz-Blindboden hervorbrechend. Ungef. 1 : 10 nat. Gr. (Nach Photographie.)

nun wohl kaum festhalten können, der Fall kann höchstens unter besonderen Umständen als zutreffend angenommen werden.

Meine gegenteiligen Beobachtungen gehen von einem sehr instruktiven Hausschwammfall aus, bei dem es sich um starke Infektion zweier Parterrezimmer handelte, deren Alter als ziemlich genau vierjährig bestimmt werden konnte. Hier war der Nadelholz-Blindboden nach ca. 2 Jahren bereits auf große Strecken ganz zersetzt und morsch, der in diesem Falle unmittelbar direkt auf ihm lagernde Eichenparkettboden dagegen intakt, trotzdem *Merulius* sich üppig auf seiner Unterseite ausgebreitet hatte, dann auch durch Fugen nach oben wuchs. Besonders instruktiv wurde der Fall nun dadurch, daß dieser Zustand dank dem schwebenden Rechtsstreit noch volle 2 Jahre andauerte. *Merulius* wuchs in großen Fruchtkörpern (einer derselben maß fast 1 m Durchmesser, s. Abbildung) auf die Oberseite des Parketts über, überzog auch gelockerte Eichenbrettchen desselben völlig mit dichtem grauen Mycel, so daß manche ober- wie unterseits von diesem eingehüllt waren. Nicht eins derselben wurde während dieser mehrjährigen Pilzwucherung morsch oder auch nur oberflächlich leicht angegriffen, alle blieben fest und hart wie gesundes Holz; sie waren dem Pilz gegenüber nichts anderes als irgendeine sonstige neutrale Unterlage etwa von Stein, Glas, Metall oder dgl. Der total zersetzte stückweis abbröckelnde Blindboden ruhte nun weiter auf alten Eichenlagern, in Kies verlegt, an denen in breiten grauen Häuten der Schwamm abwärts in die von derben langen Strängen bedeckte Füllung wuchs; trotz unmittelbarer langandauernder Berührung waren diese Eichenbalken gerade so hart und gesund geblieben wie die Parketthölzer.

Kein anderes Resultat als dieser unbeabsichtigte Versuch im großen gaben dann Laboratoriums-Experimente, in denen versucht wurde, Probestücke von neuem Eichenholz (Tischlereiholz) künstlich anzustecken; dasselbe gelang bisher selbst nicht bei weiteren Versuchen im Keller, welche nicht mit künstlichen Kulturen, sondern direkt mit dem dort in größerem Umfang gezüchteten Pilz unternommen wurden.

Andererseits habe ich nun allerdings wirkliche Eichenparkett- und Eichenbalken-Zerstörungen in Bauten gesehen, hier war der wirksame Pilz nachweislich aber kein *Merulius*, sondern ein *Polyporus*. Daß diese Holzart durch gewisse Polyporeen und Agaricineen mit Vorliebe zersetzt wird, ist ja bekannt (*Polyporus sulfureus*, *P. igniarius*, *Daedalea quercina* u. a.), mit krankem Bauholz kommen sie bisweilen in die Häuser. Nicht in einem Falle solcher Schäden

habe ich bislang *Merulius* gefunden, die diesbezüglichen Angaben der Literatur wären also wohl einmal — soweit das überhaupt möglich — kritisch nachzuprüfen. Ebensowenig konnte ich übrigens Eichenholz (dagegen aber Buchen- und Fichtenholz) durch *Coniophora cerebella* anstecken[1]), in Fällen von Eichenholzzerstörungen in Bauten liegt m. E. im allgemeinen also wohl weder dieser Pilz noch der echte Hausschwamm vor, was die Beurteilung solcher infolge Fruchtkörper-Fehlens nicht immer klar liegenden Schäden jedenfalls von vornherein erleichtert. Gegenteilige absolut sichere Fälle kennen zu lernen, wäre natürlich von Interesse, die frühere Literatur ist hier leider nicht beweiskräftig, es geht da mancherlei als Hausschwamm, was sicher keiner war, schon die oben erwähnte Angabe von HENNINGS deutet darauf[2]).

„Eichenholz" ist übrigens kein ganz scharfer Begriff, Splint wie Wurzelholz sind zunächst auszuschließen, es handelt sich hier um das hauptsächlich für Bauzwecke in Frage kommende normale Kernholz des Baumes. Da *Merulius* bekanntlich (außer Nadelholz) verschiedene andere Laubhölzer unschwer befällt (Buche, Erle, Birke u. a.), so hat die Frage, worauf nun die Resistenz gerade jener Holzart beruht, naheliegendes Interesse. Der Grund könnte von vornherein verschiedener Art sein, es kämen wohl minder physikalische als chemische Momente in Frage: Besondere Festigkeit dieser Holzart, Mangel an geeigneten Nährstoffen, Gehalt an nachteilig wirkenden Substanzen, besondere chemische Beschaffenheit der etwa durch *Merulius* enzymatisch schwer angreifbaren Fasersubstanz bzw. der Wandsubstanz überhaupt. Hinsichtlich des letzteren Punktes denke ich an das sehr verschiedene Verhalten des *Merulius* gegenüber Kohlenhydraten überhaupt, so gedeiht er z. B. außerordentlich schlecht auf Inulin als alleiniger Kohlenstoffquelle, auch Mannit, Milchzucker, Raffinose werden relativ träge angegriffen, wogegen Dextrose, Mannose, Rohrzucker, Dextrin, Stärke, Xylan nach meinen bezüglichen Versuchen ziemlich leicht und gut verarbeitet werden. Wenn derartiges

1) In einer Mitteilung im Jahresber. d. Vereinigung f. Angewandte Botanik, 1911, S. S. 192, ist das zu Infektionsversuchen benutzte Eichenholz (neben Fichten- u. Buchenholz) infolge Druckfehlers auch als durch *Coniophora* zersetzt (statt überwachsen) angegeben, was ich hier richtigstellen möchte. Eine bloß von Holzpilzen überwachsene Holzart wird dadurch noch keineswegs notwendig zersetzt.

2) So treffen auch einige andere Angaben des verdienten P. HENNINGS bezüglich der angeblich sehr seltenen Fruchtkörperbildung des *Merulius* und des in Bauten ungemein häufigen Vorkommens dieses Pilzes wohl kaum zu.

mitspielt, so scheint es mir immerhin doch nicht ausschlaggebend. Andererseits mangelt es bei dem bekannten Gehalt des Eichenholzes gerade an den letztgenannten Substanzen nicht an geeigneten Nährstoffen für den Pilz. Die Beantwortung dieser Frage spitzt sich, gerade wie die nach der Infektiosität des *Merulius* überhaupt, mehr nach einer anderen Seite zu, ich möchte darauf erst an der Hand einer größeren Zahl bereits abgeschlossener Versuche bei anderer Gelegenheit näher eingehen.

Hannover, Bacteriolog.-Techn. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule, 20. Dezember 1911.

93. Gustav Gassner: Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit Chloris ciliata.

(Eingegangen am 22. Dezember 1911.)

Über die Keimungsverhältnisse der südamerikanischen Gramince *Chloris ciliata* habe ich bereits im vorigen Jahr in diesen Berichten einiges mitgeteilt[1]); in der seitdem verflossenen Zeit habe ich mich eingehender mit der Keimung gerade dieser Gramineenfrüchte beschäftigt[2]) und über die erhaltenen Ergebnisse im August d. J. auf der in Danzig tagenden Versammlung der Vereinigung der Angewandten Botanik mündlich berichtet. Die ausführliche Bearbeitung dieser neueren Untersuchungen ist seit etwa einem Monat abgeschlossen und wird im nächsten Jahr in den Jahrbüchern der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten erscheinen; da jedoch bis zur Drucklegung immerhin noch einige Zeit vergehen wird, die Jahrbücher der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten vielleicht auch nicht überall ohne weiteres zugänglich sind, sollen die Hauptergebnisse der Untersuchungen

1) GASSNER, Über Keimungsbedingungen einiger südamerikanischer Gramineensamen, Ber. d. D. B. G., 1910, S. 350.

2) Die Untersuchungen fanden anfangs (bis Dezember 1910) im ehemaligen pflanzenphysiologischen Institut der Berliner Universität, in ihrem zweiten, größeren Teil in den Hamburgischen Botanischen Staatsinstituten statt, wo mir für Keimungsuntersuchungen außerordentliche Mittel zur Verfügung gestellt wurden.

außerdem in der Form der folgenden vorläufigen Mitteilung wiedergegeben werden.

Meine vorjährige Mitteilung über die Keimungsverhältnisse von *Chloris ciliata* enthält in erster Linie den Nachweis, daß die nicht entspelzten Scheinfrüchte dieser Graminee des Lichtes zur Keimung bedürfen, und daß weiter ein vorübergehender Aufenthalt im dunklen Keimbett bei höheren (im Licht für die Keimung günstigen) Temperaturen die spätere Keimfähigkeit auch im Licht herabsetzt, ein ebensolcher Aufenthalt bei niederen Temperaturen (unter dem Keimungsminimum) dagegen die spätere Keimfähigkeit im Licht nicht ungünstig beeinflußt. Ich hatte dann weiter gezeigt, daß diese Keimungsbedingungen und auch der Nachreifeverlauf mit den natürlichen Keimungsverhältnissen in Einklang stehen. Über weitere Einzelheiten der damaligen Versuche sei auf die frühere Veröffentlichung verwiesen, festgestellt sei hier nur nochmals, daß es sich bei diesen Versuchsergebnissen auf keinen Fall um eine natürlich unzulässige Deutung von Wärmewirkungen als Lichtwirkung handelt, daß vielmehr die Keimung der Scheinfrüchte von *Chloris* bei konstanter Temperatur (in dem für diese Zwecke besonders gebauten Tageslichtkasten) durch das Licht selbst in hohem Maße beeinflußt wurde.

Diesen letzteren Punkt, der übrigens auch schon aus meiner vorjährigen Mitteilung klar hervorgeht, habe ich deswegen nochmals besonders hervorgehoben, weil LEHMANN[1]) in allerletzter Zeit die Ansicht ausgesprochen hat, daß sich vielleicht meine Ergebnisse, d.h. doch wohl die bei *Chloris* beobachtete Förderung der Keimung durch das Licht, in Wirklichkeit durch Temperaturwechsel erklären lassen, in derselben Weise, wie PICKHOLZ[2]) in diesem Jahr die angebliche Lichtkeimung von *Poa pratensis* in der Hauptsache auf Wärmewirkung bei Anwendung direkten Sonnenlichtes zurückgeführt hat. Diese von LEHMANN ausgesprochene Vermutung entspricht nicht den Tatsachen; ich habe es auch schon früher (1909) als ganz selbstverständlich angesehen, daß bei Untersuchung der Lichtwirkung die Faktoren Licht und Wärme voneinander getrennt behandelt werden; aus diesem Grunde geschah die Feststellung der Lichtwirkung bei einer konstanten Temperatur von etwas über

1) LEHMANN, Temperatur und Temperaturwechsel in ihrer Wirkung auf die Keimung lichtempfindlicher Samen, Ber. d. D. B. G., 1911, S. 578.

2) PICKHOLZ, Ein Beitrag zur Frage über die Wirkung des Lichtes und der intermittierenden Temperatur auf die Keimung von Samen, sowie über die Rolle des Wassergehaltes der Samen bei dieser Wirkung, Zeitschr. f. d. Landw. Versuchswesen in Österreich, 1911, S. 124.

30°, wobei Versuche in Dunkelheit bei der gleichen konstanten Temperatur den Lichtversuchen parallel gingen. Was daher in meiner vorjährigen Mitteilung als Lichtwirkung bezeichnet ist, ist tatsächlich Lichtwirkung, nicht Wirkung eines Temperaturwechsels, wie es nach der von LEHMANN gemachten Andeutung scheinen könnte.

Ebenso habe ich auch bei meinen neueren Versuchen über die Einwirkung des Lichtes die Bedingung: Ausschluß von Wärmeschwankungen während der Lichtkeimung in möglichst vollkommener Weise durchzuführen gesucht, so daß in den von mir verwendeten Apparaten größere Temperaturschwankungen als 1° nicht vorkamen. Versuche mit größeren Wärmeschwankungen wurden als nicht einwandsfrei nicht berücksichtigt.

Dagegen habe ich nun neuerdings weiter in besonderen Versuchen den Einfluß von Wärmeschwankungen (intermittierender Behandlung) getrennt von der Lichtwirkung festgestellt und diese Versuche in einem besonderen (zweiten) Teil der Arbeit wiedergegeben. Die vorstehende Mitteilung enthält also

1. Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung von *Chloris ciliata* (bei konstanten Temperaturen),

2. Untersuchungen über den Einfluß von Wärmeschwankungen (insbesondere regelmäßig intermittierender Temperaturen). —

Einige Worte über den Bau der Scheinfrüchte von *Chloris ciliata* seien vorausgeschickt. Unter natürlichen Verhältnissen kommen die Früchte von *Chloris* ausnahmslos unentspelzt zur Keimung: die Spelzen halten das innen befindliche Korn eng und mit einer gewissen Spannung umschlossen, sind jedoch mit dem Korn selbst in keiner Weise verwachsen. Eine künstliche Entspelzung ist daher möglich und gelingt bei einiger Übung leicht und so, daß eine Verletzung des Kornes dabei nicht stattfindet.

I. Untersuchungen zur Frage der Einwirkung des Lichtes im Keimbett.

Die meiner vorjährigen Mitteilung zugrunde liegenden Versuche waren ausnahmslos mit nicht entspelzten Scheinfrüchten durchgeführt; in den neueren Versuchen wurden außer den nicht entspelzten auch entspelzte Körner ausgelegt.

Die mit nicht entspelzten Scheinfrüchten durchgeführten Versuche ergaben ausnahmslos eine Bestätigung der früheren Ergebnisse, insbesondere wurde auch die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes bei der völlig konstanten Temperatur von 33—34° nochmals in durchaus einwandsfreier Weise festgestellt.

Die Versuche mit entspelzten Körnern ergaben von vornherein große Verschiedenheiten zu den mit nicht entspelzten Früchten erhaltenen Ergebnissen und ließen erkennen, daß die Spelzenfunktion für die Frage der Lichtkeimung von Bedeutung sein muß. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die Lichtkeimung von *Chloris ciliata* mit der Spelzenanwesenheit oder -nichtanwesenheit in Zusammenhang steht. Während die nicht entspelzten Scheinfrüchte auch bei guter Nachreife eine sehr deutliche Förderung durch das Licht erkennen lassen, also „Lichtkeimer" sind, kommen die entspelzten Körner gleich guter Nachreife mit dem gleichen Prozentsatz (fast 100 pCt.) in Dunkelheit wie im Licht zur Keimung

So z. B. keimten gut nachgereifte Früchte:
nicht entspelzt in Dunkelheit mit 16,5 pCt, in Tageslicht mit 76 pCt.,
entspelzt „ „ „ 95 „ „ „ „ 96,5 „
(alles bei der konstanten und gleichen Keimungstemperatur von 33–34 °).

Die Frage, in welcher Weise die Spelzen bei der Keimung von *Chloris ciliata* wirksam sind, ist dahin zu beantworten, daß sie den Sauerstoffzutritt zu dem von ihnen eingeschlossenen Korn stark erschweren, ohne ihn jedoch völlig aufzuheben. Dieser Nachweis wurde durch Versuche mit Erhöhung der Sauerstoffspannung, Versuche mit Wasserstoff und Versuche mit künstlichen Spelzen erbracht: als künstliche Spelzen diente Fließpapier, wobei die entspelzten Samen statt auf, zwischen Fließpapier ausgelegt wurden. Bei dieser Versuchsanordnung ergibt sich eine je nach der Dicke der aufliegenden Fließpapierschicht bequem abstufbare Erschwerung des Sauerstoffzutritts, und es gelang der prinzipiell wichtige Nachweis, daß die auf Fließpapier mit dem gleichen Prozentsatz in Dunkelheit wie im Licht auskeimenden entspelzten Körner zwischen Fließpapier eine deutliche Förderung durch Lichtwirkung erkennen lassen.

Über weitere Einzelheiten der Versuche zur Klärung der Spelzenfunktion sei auf die ausführliche Arbeit verwiesen, wo auch insbesondere gezeigt ist, daß die Lichtwirkung nicht in einer Aufhebung der Spelzenfunktion besteht; vielmehr keimen die nicht entspelzten Scheinfrüchte deswegen besser im Licht als in Dunkelheit, weil die in den Spelzen befindlichen Körner durch die Spelzenfunktion, d. i. Erschwerung des Sauerstoffzutritts, in lichtkeimende Samen umgewandelt werden und dann des Lichtes zur Keimung bedürfen, während die gleichen Samen bei vollem Sauerstoffzutritt in Dunkelheit und Licht mit dem gleichen Prozentsatz keimen.

Mit der durch die Spelzen bedingten Erschwerung des Sauerstoffzutritts in Zusammenhang steht die schon in der vorjährigen

Veröffentlichung mitgeteilte Herabsetzung der Keimfähigkeit der nicht entspelzten Scheinfrüchte durch einen längeren Dunkelaufenthalt bei höheren, sonst für die Keimung günstigen Temperaturen (33—34°) und die Unschädlichkeit eines ebensolchen bei Temperaturen unter dem Keimungsminimum. —

Ein weiteres Hauptergebnis der neueren Untersuchungen über die Keimung von *Chloris ciliata* besteht in der Feststellung, daß ein vorhergehender Aufenthalt im Keimbett bei niederen Temperaturen eine Umwandlung der an sich auch in Dunkelheit keimenden entspelzten Körner in Lichtkeimer bewirkt, daß also die Erschwerung des Sauerstoffzutritts nicht der einzigste Faktor ist, welcher die Samen von *Chloris* in Lichtkeimer umzuwandeln vermag. Und zwar bewirkt nicht eine bestimmte niedere Temperatur diese Umwandlung der ursprünglich auch in Dunkelheit keimenden Körner in Lichtkeimer, sondern alle Temperaturen unter der Temperatur des schnellsten Keimungsverlaufs, also etwa von 30° abwärts, bewirken in mehr oder minder hohem Maße diese Umwandlung.

So z. B keimten entspelzte Körner guter Nachreife im dunklen Keimbett	Die bei den (links) angegebenen Temperaturen nicht gekeimten Körner wurden nach 10tägigem Aufenthalt daselbst teils ins dunkle teils ins belichtete Keimbett von 33—34° übertragen; es keimten dann noch		Keimprozente total also
	in Dunkelheit bei 33—34°	in Tageslicht bei 33—34°	
bei 12° mit 0 pCt.	25,5 pCt.	100 pCt.	25,5 bzw 100 pCt.
„ 19° „ 55 bzw. 59,5 pCt.	0 „	39 „	55 „ 98,5 „
„ 24° „ 73 „ 69 „	2 „	25,5 „	75 „ 94,5 „
„ 33—34° mit 97,5 pCt.	0 „	0 „	97,5 „ 97,5 „

Die in der vorstehenden Tabelle ebenfalls enthaltene eigenartige Erscheinung, daß die entspelzten Körner von *Chloris ciliata* im dunklen Keimbett nur bei den höchsten angewandten Temperaturen von 33—34° mit dem maximalen Prozentsatz auskeimen, findet also darin ihre Erklärung, daß mit Abnahme der Keimungstemperatur ein immer höherer Prozentsatz der Körner in Lichtkeimer umgewandelt wird, der dann natürlich in Dunkelheit nicht mehr zur Keimung kommt.

Die in der Umwandlung der an sich auch in Dunkelheit keimenden Körner in Lichtkeimer bestehende Wirkung ungenügender Keimungstemperaturen steht in keinem ursächlichen Zusammenhang mit der Spelzenfunktion, findet also ebenso bei entspelzten wie bei nicht entspelzten Früchten statt; jedoch kann diese Wir-

kung der Keimungstemperatur in einer je nach der Höhe der Temperatur verschiedenen Weise durch die Spelzenfunktion beeinflußt werden.

Kurz erwähnt sei weiter, daß sehr tiefe Temperaturen (in der Nähe des Nullpunktes) keine Umwandlung der Körner in Lichtkeimer mehr, sondern eine Schädigung und Herabsetzung der Keimfähigkeit selbst bedingen. —

Außer dem Sauerstoffmangel und der Einwirkung ungenügender Keimungstemperaturen bedingt noch ein dritter Faktor: ungenügende Nachreife, eine Lichtempfindlichkeit der Körner von *Chloris ciliata*. Die obige Feststellung, daß die entspelzten Körner bei der Temperatur von 33—34 ° in Dunkelheit wie im Licht mit dem gleichen maximalen Prozentsatz von fast 100 pCt. auskeimen, gilt also nur für gut nachgereifte Samen; nicht genügend nachgereifte Samen keimen auch, wenn sie entspelzt und ohne vorhergehenden Aufenthalt im Keimbett bei niederen Keimungstemperaturen ins Keimbett von 33—34 ° ausgelegt werden, ohne weiteres im Licht bedeutend besser als in Dunkelheit, so daß also ungenügende Nachreife ebenfalls eine Ursache der Lichtkeimung ist.

So z. B. keimten in einem Versuch am 12. Oktober 1911

gut nachgereifte entspelzte Körner der Ernte 1911
in Dunkelheit bei 33—34 ° mit 97 pCt.,
„ Tageslicht „ 33—34 ° „ 99 „

noch nicht genügend nachgereifte entspelzte Körner der Ernte 1911
in Dunkelheit bei 33—34 ° mit 54,5 pCt,
„ Tageslicht „ 33—34 ° „ 87 „

Die Unterschiede der Nachreife in dem vorstehenden Versuch sind durch teilweise Vortrocknung bei hohen Temperaturen (72 bis 75 °) erzielt worden.

Die im vorigen enthaltenen Versuchsergebnisse seien nochmals dahin zusammengefaßt, daß drei sehr verschiedene Faktoren die Lichtkeimung der Körner von *Chloris ciliata* bedingen:

1. ungenügender Sauerstoffzutritt (unter natürlichen Verhältnissen durch die Spelzen),
2. ungenügende Keimungstemperaturen (d. h. Temperaturen unter der Temperatur des schnellsten Keimungsverlaufes),
3. ungenügende Nachreife (ohne künstliche Vortrocknung ist eine Nachreife von etwa 8 Monaten erforderlich, damit die entspelzten Körner in Dunkelheit und Licht mit dem gleichen Prozentsatz auskeimen).

Jeder dieser drei Faktoren genügt für sich, um eine Umwandlung der sonst auch in Dunkelheit keimenden Körner in Licht-

keimer zu bewirken. Bei gleichzeitigem Vorkommen mehrerer Faktoren summieren sich dieselben in ihren Wirkungen, d. h. Samen geringer Nachreife werden schneller und in höherem Maße durch Sauerstoffmangel bezw. Einwirkung ungenügender Keimungstemperaturen in obligate Lichtkeimer umgewandelt als solche sehr guter Nachreife und umgekehrt.

Über die mit verschiedenen Lichtintensitäten, insbesondere künstlichen Lichtquellen, durchgeführten Versuche sei hier nur erwähnt, daß nur sehr bedeutende Lichtintensitäten die Keimung von *Chloris ciliata* zu fördern vermögen, und daß die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes mit der Zunahme der Lichtintensität steigt. Jedoch läßt sich keine bestimmte Grenze aufstellen, unterhalb deren das Licht nicht mehr wirksam ist, da die Vorbehandlung der Samen, insbesondere Nachreife und vorhergehender Aufenthalt bei niederen Keimungstemperaturen, diese Grenze in mannigfacher Weise verschieben. Ebenso ist es nicht möglich, eine minimale Einwirkungszeit für alle Fälle aufzustellen, da auch hier je nach der Vorbehandlung der Samen Verschiedenheiten vorliegen. Am geringsten ist die zur Auslösung der Keimung nötige minimale Einwirkungszeit sichtlich bei Körnern, die durch einen vorhergehenden Aufenthalt bei niederen Keimungstemperaturen in Lichtkeimer umgewandelt sind; hier genügte bereits eine Belichtung von 10 Minuten, um eine ganz bedeutende Steigerung der Keimprozente bei späterer Dunkelkeimung gegenüber konstanter Dunkelkeimung hervorzurufen.

Sodann seien weiter einige Versuche kurz erwähnt, aus denen hervorgeht, daß die Lichtkeimung von *Chloris* an die Existenz einer unversehrten Samenschale am Embryoende gebunden ist. Wenn man die Samenschale am Embryoende vorsichtig entfernt, so benötigen die so behandelten Körner nicht mehr des Lichtes zur Keimung und keimen, auch wenn sie sonst nur im Licht keimen würden, dann ebensogut in Dunkelheit.

So z. B. keimten entspelzte Körner, die durch eine vorhergehende Dunkelkeimung bei 12° in obligate Lichtkeimer verwandelt waren, dann im Keimbett von 33—34° in der folgenden Weise:

intakte Körner	in Dunkelheit mit	8,5 pCt. (gesunde Keimlinge),
	„ Tageslicht „	99 „ („ „)
der Samenschale am Embryo beraubte Körner	in Dunkelheit mit	88 pCt. (gesunde) + 12 pCt. (krankh. K.)
	„ Tageslicht „	76 „ („) + 23 „ („ K.)

Eine weitere bedeutende Komplikation der Lichtkeimungsverhältnisse von *Chloris ciliata* liegt nun in den folgenden Versuchs-

ergebnissen. Es ist in der ganzen obigen Darstellung immer davon ausgegangen, daß das Licht eine keimungsfördernde Wirkung ausübt. Diese Feststellung bedarf nun einer Einschränkung in dem Sinne, daß diese keimungsauslösende Wirkung des Lichtes nur bei höheren Keimungstemperaturen vorliegt (in den bisher erwähnten und den ganzen obigen Ausführungen zugrunde liegenden Versuchen wurden die Samen ausnahmslos bei der konstanten Temperatur von 33—34° belichtet); gleichzeitig angesetzte Versuche bei niederen Keimungstemperaturen ergaben nun, daß das Licht eine je nach der Temperatur verschiedene Wirkung ausübt, daß es bei höheren Temperaturen die Keimung fördert, bei Temperaturen von etwa 20° indifferent ist und bei Temperaturen unter 20° sogar die Keimung hemmt.

Für den letzteren Fall sei ein Beispiel angeführt:

Es keimten entspelzte Körner mittlerer Nachreife

in Tageslicht bei 33—34° mit 87 pCt.	}	Versuchsbeginn 12. Oktober 1911.
„ Dunkelheit „ 33—34° „ 54,5 „	}	
in Tageslicht bei 16—17° mit 1,5 pCt.	}	Versuchsbeginn 15. Oktober 1911.
„ Dunkelheit „ 16—17° „ 10,5 „	}	

Die weiteren Feststellungen ergaben, daß die Wirkung des Lichtes bei niederen Keimungstemperaturen keine keimungsvernichtende, sondern nur eine keimungshemmende ist; wir haben den sehr eigenartigen Fall, daß die gleiche Belichtung bei niederen Keimungstemperaturen eine erhöhte Umwandlung der Körner in obligate Lichtkeimer, und bei nachträglicher Anwendung höherer Temperaturen eine Auslösung der Keimung der vorher durch die gleiche Belichtung bei niederen Temperaturen in Lichtkeimer umgewandelten Körner bedingt.

Für niedere Keimungstemperaturen liegen gleichzeitig einige Versuche über die Einwirkung verschiedenfarbigen Lichtes (Kupferoxydammoniak und Kaliumbichromat) vor; danach wirken entweder geringe Lichtintensitäten stärker keimungshemmend (d. h. in stärkerem Maße die Samen in obligate Lichtkeimer umwandelnd) als höhere, oder aber, was mir wahrscheinlicher erscheint, die blauen Strahlen wirken in dem angegebenen Sinne relativ stärker als die gelben.

In allen bisherigen Versuchen waren die Früchte von *Chloris ciliata* auf Fließpapier ausgelegt, das mit destilliertem Wasser angefeuchtet wurde. Im Anschluß an den von LEHMANN[1]) für andere Samen festgestellten Einfluß von Erde als Keimbett und KNOPscher

1) LEHMANN, Zur Keimungsphysiologie und -biologie von *Ranunculus sceleratus* L. und einiger anderer Samen. Ber. d. D. B. G. 1909, S. 476.

Nährlösung wurden auch Versuche mit Keimung auf Erde und auf Fließpapier mit KNOPscher Nährlösung durchgeführt. Es hat sich gezeigt, daß die Keimung von *Chloris ciliata* durch Nährlösung und Erde in hohem Maße beeinflußt wird, und daß die erstere anscheinend besser wirkt als die Erde.

Werden Früchte von *Chloris ciliata* statt wie bisher auf Fließpapier mit destilliertem Wasser auf solchem mit Nährlösung zur Keimung ausgelegt, so keimen sie hier unabhängig von der Keimungstemperatur, unabhängig von einem etwa vorhandenen ungenügenden Nachreifestadium, und fast unabhängig von einer etwa vorliegenden Erschwerung des Sauerstoffzutritts durch die Spelzen ohne weiteres auch in Dunkelheit mit dem maximalen Prozentsatz aus; die Früchte von *Chloris ciliata* verhalten sich bei Keimung auf Nährlösung genau so wie Samen, die des Lichtes zur Keimung nicht bedürfen, weswegen ich die Wirkung der Nährlösung dahin auffasse, daß sie die bei Keimung auf destilliertem Wasser unter bestimmten Voraussetzungen erfolgende Umwandlung in Lichtkeimer verhindert.

So z. B. keimten (alles in Dunkelheit!)

entspelzte Körner schlechter Nachreife

	bei	12°	15—16°	19°	24°	28°	33—34°	
auf destilliertem Wasser:		0	6,5	21	36	59	62	pCt.
	bei	12°	15—16°	19°	24°	28°	33—34°	
auf Nährlösung:		34	90	98	99	98	98,5	pCt.

nicht entspelzte Früchte guter Nachreife

	bei	19°	24°	28°	33—34°	
auf destilliertem Wasser:		19	17,5	14	14,5	pCt.
	bei	19°	24°	28°	33—34°	
auf Nährlösung:		89,5	92	85,5	83	pCt.
	bei	19°	24°	28°	33—34°	
auf Erde:		87	91	81	77,5	pCt.

Alle bei Keimung auf destilliertem Wasser entsprechend Keimungstemperatur, Nachreife und Sauerstoffmangel auftretenden Unterschiede in den Keimprozenten fehlen hier; die Früchte keimen auf Nährlösung auch in Dunkelheit ausgezeichnet.

Worin die Wirkung der Nährlösung im einzelnen besteht, und welche Komponenten derselben insbesondere einwirken müssen, um die Umwandlung der Samen in Lichtkeimer zu verhindern, konnte wegen eintretenden Materialmangels leider nicht näher untersucht werden.

Nach der Darlegung der tatsächlichen Versuchsergebnisse sei im folgenden kurz auf die Theorie der Lichtkeimung von *Chloris ciliata* eingegangen. Die prinzipiell wichtigste Feststellung sche

ich in der Tatsache, daß die Früchte von *Chloris ciliata* an sich keine Lichtkeimer sind, sondern dies erst im Keimbett werden: und zwar wird diese Umwandlung, wie im obigen gezeigt, durch drei verschiedene Faktoren: ungenügenden Sauerstoffzutritt, ungenügende Keimungstemperatur und ungenügende Nachreife in gleicher Weise erzielt.

Es hat sich nun gezeigt, daß diesen drei an sich so verschiedenen Faktoren ein gemeinschaftliches Moment eigentümlich ist: die Verzögerung des Keimungsverlaufes. Sowohl Erschwerung des Sauerstoffzutritts, wie ungenügende Keimungstemperatur, wie ungenügende Nachreife bewirken eine Verlangsamung des Keimungsverlaufes. Daraus folgt mit hoher Wahrscheinlichkeit, daß die Keimungsgeschwindigkeit die Frage bestimmt, ob die Früchte von *Chloris ciliata* auch in Dunkelheit, oder ob sie nur im Licht keimen.

Der Zusammenhang zwischen Keimungsgeschwindigkeit und Lichtkeimung scheint mir nun darin zu bestehen, daß es sich bei der Keimung von *Chloris ciliata* um zwei verschiedene Vorgänge handelt, die gleichzeitig, aber mit verschiedener Geschwindigkeit nebeneinander verlaufen: der eigentliche Keimungsprozeß, der an sich nichts besonderes gegenüber dem anderer nicht des Lichtes zur Keimung bedürfender Samen zu bieten braucht, und ein anderer Prozeß, dessen Wirkung ich als Ausbildung eines „Hemmungsprinzipes" bezeichnen will, und dessen Vollendung eine weitere Keimung in Dunkelheit verhindert. Dieses Hemmungsprinzip kann nicht von vornherein bestehen, denn sonst könnten im Dunkeln überhaupt keine Keimungen auftreten; und weiter muß noch die Annahme gemacht werden, daß das Licht bei höheren Temperaturen imstande ist, das Hemmungsprinzip wieder aufzuheben bzw. seine Ausbildung zu verhindern.

Dementsprechend stellt sich der Zusammenhang zwischen Keimungsgeschwindigkeit und Lichtkeimung in der folgenden Weise dar:

1. Bei sehr raschem Verlauf der Keimung beenden die Körner die Keimung in so kurzer Zeit, daß die Ausbildung des Hemmungsprinzipes erst erfolgen kann, wenn die Keimung schon vollendet ist. Dementsprechend ist eine Einwirkung des Lichtes zur Aufhebung des Hemmungsprinzipes nicht nötig. Dieser Fall trifft zu für gut nachgereifte Früchte, die an sich hohe Keimungsenergie besitzen, bei genügendem Sauerstoffzutritt und genügend hohen Keimungstemperaturen.

2. Ist aus irgend einem Grunde (Erschwerung des Sauerstoffzutrittes, ungenügende Keimungstemperatur, ungenügende Nach-

reife) der Keimungsverlauf ein verzögerter, so findet das Hemmungsprinzip Zeit, sich auszubilden, bevor die Keimung vollendet ist; es bedarf dann der Einwirkung des Lichtes, um die Wirkung des Hemmungsprinzipes wieder aufzuheben; Samen mit verringerter Keimungsgeschwindigkeit sind Lichtkeimer.

Worin das Hemmungsprinzip besteht, ist noch nicht völlig geklärt; einige Beobachtungen, insbesondere die Feststellung von Verfärbungen der Samenschale am Embryoende, sprechen dafür, daß es sich um die Ausbildung einer Hemmungsschicht an der Oberfläche des keimenden Kornes handelt, deren Funktion z. B. in einer Verhinderung des weiteren Sauerstoffzutrittes zu den eingeschlossenen Teilen besteht, jedoch genügen die bisherigen Beobachtungen nicht zu einem vollen Beweise; sollte in weiteren Untersuchungen die Annahme der Ausbildung einer Hemmungsschicht als tatsächlich bestätigt werden, so wäre natürlich die Lichtkeimung von *Chloris ciliata* nicht auf einen Reiz zurückzuführen. Da sich weiter für die Reiznatur der Lichtwirkung bei *Chloris* bis jetzt keine Beweise heranschaffen ließen, so ist die Erklärung durch Annahme einer Hemmungsschicht zum mindesten nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen; sie bietet außerdem den Vorteil, daß sie die Betrachtung der so sehr komplizierten Keimungsverhältnisse von *Chloris ciliata* unter einem einheitlichen und anschaulichen Gesichtspunkt gestattet, so daß sie als Hilfsmittel auf jeden Fall von Wert ist.

Ebenfalls aus diesem letzteren Grunde halte ich vorläufig an der Hypothese der Hemmungsschicht fest und versuche, auch die sonstigen Ergebnisse mit ihr in Einklang zu bringen.

Da ist zunächst zu sagen, daß die Einwirkung chemischer Stoffe (Keimung auf Nährlösung) keinen Widerspruch enthält; da die Umwandlung der Samenschale in eine Hemmungsschicht natürlich chemischer Natur sein müßte, so ist eine Beeinflussung bzw. Verhinderung dieses Vorgangs bei gleichzeitiger Anwesenheit gewisser chemischer Stoffe sehr wohl denkbar.

Schwieriger zu erklären ist die weitere Tatsache, daß das Licht bei niederen Keimungstemperaturen indifferent oder sogar keimungshemmend, bei höheren dagegen keimungsfördernd wirkt. Man kommt hier nicht um die weitere Annahme herum, daß eine in der Aufhebung der Hemmungsschicht bestehende Lichtwirkung nur bei höheren Temperaturen vorliegen kann, während das Licht bei niederen Keimungstemperaturen die Hemmungsschicht nicht beeinflußt. Inwieweit bei niederen Temperaturen eine umgekehrte Beeinflussung der Hemmungsschicht gegenüber höheren Temperaturen

(d. h. Begünstigung ihrer Ausbildung gegenüber Auflösung) vorliegt, muß dahingestellt bleiben: nötig ist eine derartige Annahme nicht; es sprechen im Gegenteil einige Versuche dafür, daß die keimungshemmende Wirkung des Lichtes bei niederen Keimungstemperaturen nicht in einer Beeinflussung der Ausbildung der Hemmungsschicht, sondern des eigentlichen Keimungsprozesses selbst beruht; das Licht verzögert nämlich infolge seiner bekannten und auch bei *Chloris* unzweifelhaft vorliegenden hemmenden Wirkung auf die Streckung der Organe den Keimungsverlauf, wirkt also in demselben Sinne wie Erschwerung des Sauerstoffzutrittes oder ungenügende Keimungstemperatur. Da nun nach den früheren Feststellungen Verzögerung des Keimungsverlaufes einer Umwandlung in Lichtkeimer gleichkommt, so erklärt sich die eigenartige Erscheinung, daß das Licht bei niederen Temperaturen die Umwandlung in Lichtkeimer befördert, anscheinend auf dem eben angegebenen Wege einer Verzögerung des Keimungsverlaufes.

Ich habe im obigen schon deutlich ausgesprochen, daß die Erklärung der Lichtkeimung von *Chloris ciliata* durch Annahme der Bildung einer Hemmungsschicht vorläufig noch Hypothese ist und noch weiterer Bestätigung bedarf; ich hoffe, der Frage im kommenden Jahr nochmals ganz eingehend näherzutreten.

II. Untersuchungen über die Einwirkung des Temperaturwechsels.

Die Keimungsverhältnisse von *Chloris ciliata* bei konstanten Temperaturen sind im obigen, soweit es möglich war, klargelegt: es hatte sich ergeben, daß das Keimungsergebnis ein je nach den Umständen, insbesondere auch nach der Temperatur verschiedenes ist; dementsprechend müssen bei der Untersuchung der Wirkung eines Temperaturwechsels während der Keimung diese Wirkungen der den Temperaturwechsel zusammensetzenden Komponenten, also der niederen Temperatur einerseits und der höheren Temperatur andrerseits, in vollständiger Weise berücksichtigt und in Abzug gebracht werden; nur was sich durch die Wirkungen der einzelnen Temperaturen selbst nicht erklären läßt, ist auf Rechnung des Temperaturwechsels zu setzen.

Es hat sich nun gezeigt, daß bei *Chloris* ebenfalls eine Wirkung des Temperaturwechsels selbst vorliegt, wobei ein einmaliger Temperaturwechsel weniger vollkommen wirkt als ein regelmäßiger, in bestimmten Zeitabständen und bestimmter Weise sich wiederholender, wie wir ihn meist als „intermittierende Temperaturen“ bezeichnen.

Die im folgenden mitgeteilte Versuchsreihe enthält gleichzeitig den prinzipiell wichtigen Nachweis, daß eine keimungsfördernde Wirkung des Temperaturwechsels nur bei den nicht entspelzten Früchten vorliegt, dagegen nicht bei den entspelzten Körnern.

Gut nachgereifte Früchte von *Chloris ciliata* keimten:
(in Dunkelheit auf Fließpapier mit destilliertem Wasser)

	nicht entspelzt	entspelzt
1. konstant 33—34°	27	92,5
2. 22 Std. täglich 33—34°, 2 Std 19—20°	30	94
3. 16 „ „ „ 8 „ „	39	95
4. 8 „ „ „ 16 „ „	60,5	91,5
5. 2 „ „ „ 22 „ „	79,5	82
6. konstant 19—20°	29	67,5

Auf Grund der vorstehenden Zusammenstellung und weiterer, an dieser Stelle nicht mitgeteilter Versuchsergebnisse läßt sich die Gesetzmäßigkeit der Einwirkung intermittierender Temperaturen auf die Keimung von *Chloris ciliata* in der folgenden Weise zusammenfassen:

1. Entspelzte Körner erfahren durch Anwendung intermittierender Temperaturen keine Förderung der Keimung, insbesondere gelingt es nicht, die durch niedere Temperaturen lichtempfindlich gewordenen Körner durch Behandlung mit intermittierenden Temperaturen zur Keimung zu bringen.

2. Im Gegensatz dazu erfahren die nicht entspelzten Scheinfrüchte durch Anwendung intermittierender Temperaturen deutliche Steigerungen der Keimprozente, die um so größer sind, je größer das bei der intermittierenden Behandlung verwendete Temperaturintervall ist; die Behandlung mit intermittierenden Temperaturen ist ferner dann am wirksamsten, wenn die „niederen" Temperaturen die längere und die höheren die kürzere Zeit einwirken, während die umgekehrte Behandlung: längere Zeit warm — kürzere Zeit kalt, keine nennenswerte Steigerung der Keimprozente erzielen läßt.

Auf Unregelmäßigkeiten der Versuchsergebnisse, wie sie insbesondere durch die Umwandlung der Körner in Lichtkeimer bei niederen Temperaturen bedingt werden können, kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden; sie haben mit der Gesetzmäßigkeit der Einwirkung intermittierender Temperaturen selbst nichts zu tun. Überhaupt ist die Einwirkung der intermittierenden Temperaturen von der Frage der Lichtkeimung bei *Chloris ciliata* zu trennen; und wenn es auch gelingt, durch Einwirkung intermittierender Temperaturen nicht entspelzte Scheinfrüchte, die sonst

nur oder doch nur zum größeren Teile im Licht keimen würden, in Dunkelheit zur Keimung zu bringen, so wäre es trotzdem falsch, von einem wirklichen Ersatz der Lichtwirkung durch Temperaturwechsel zu reden.

Zur Erklärung der Einwirkung intermittierender Temperaturen auf die Keimung von *Chloris ciliata* seien die folgenden Sätze gegenübergestellt:

1. die Einwirkung intermittierender Temperaturen bedingt nur bei den nicht entspelzten Scheinfrüchten eine Erhöhung der Keimprozente, muß also auf einer Spelzenfunktion beruhen,

2. die Spelzenfunktion beruht nach den früher erwähnten ausführlichen Versuchen ausschließlich in der Erschwerung des Sauerstoffzutrittes.

Daraus folgt, daß der Erfolg der intermittierenden Behandlung in der mehr oder minder vollkommenen Aufhebung der Spelzenfunktion, d. h. in einer Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse des keimenden Kornes gegenüber Keimung bei konstanten Temperaturen bestehen muß. Eine Reizwirkung kann es deswegen nicht sein, weil nur die Keimung der nicht entspelzten dagegen nicht die der entspelzten Körner durch Behandlung mit intermittierenden Temperaturen gefördert wird.

In welcher Weise nun tatsächlich eine Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse bei Anwendung intermittierender Temperaturen vorliegt, ist in der ausführlichen Arbeit dargelegt: es ließ sich insbesondere feststellen, daß die im obigen gefundene Gesetzmäßigkeit der Einwirkung intermittierender Temperaturen durch die Klarlegung der Sauerstoffversorgung eine ungezwungene Erklärung findet. Die Tatsachen vor allem, daß die Behandlung mit intermittierenden Temperaturen nur dann wirksam ist, wenn die Früchte die längere Zeit bei niederen und die kürzere Zeit bei höheren Temperaturen gehalten werden, und daß die Wirkung der intermittierenden Behandlung mit der Zunahme des dabei verwendeten Temperaturintervalls steigt, stehen in vollem Einklang mit der je nach der verschiedenen Behandlung verschiedenen Sauerstoffversorgung des in den Spelzen, d. h. von einer sauerstoffzutrittserschwerenden Schicht eingeschlossenen Kornes.

Für *Chloris ciliata* halte ich den Nachweis für erbracht, daß die keimungsfördernde Wirkung der intermittierenden Temperaturen nicht, wie bisher meistens angenommen, in einer Reizwirkung, sondern in einer Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse bei gleichzeitig möglicher Anwendung hoher Keimungstemperaturen besteht.

Die Wirksamkeit der intermittierenden Behandlung zeigt sich an die Existenz einer sauerstoffzutritterschwerenden Schicht gebunden, als welche bei den Scheinfrüchten von *Chloris ciliata* die Spelzen wirksam sind.

Auf eine Literaturübersicht habe ich in der obigen Darstellung der Keimungsverhältnisse von *Chloris ciliata* verzichtet. Ich habe das vor allem deswegen tun können, weil sonstige Untersuchungen über die Keimung dieser Graminee nicht vorliegen. Die mit anderen des Lichtes zur Keimung bedürfenden Samen ausgeführten Untersuchungen anderer Autoren unterscheiden sich außerdem in der Fragestellung und in den Ergebnissen derartig von den mit *Chloris ciliata* erhaltenen, daß eine Berücksichtigung derselben in der vorstehenden Arbeit entbehrlich erschien.

Hamburg, Botanische Staatsinstitute, im Dezember 1911.

94. Julius Schuster: Goethes physisch-chemisch-mechanisches Problem.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 22. Dezember 1911.)

„Im Jahre 1821 entzündete der Blitz eine bei Greifswalde nahgelegene Windmühle und beschädigte einige Flügel. Als man die Flügel wieder herstellen wollte und alle Teile derselben durchforschte, fand man in der Welle eine Öffnung, zu einer Höhlung führend, aus welcher man zweihundertundachtzig schwarze Kugeln nach und nach herauszog, alle von gleicher Größe."

Dieses Phänomen der Greifswalder Kugeln wäre heute wohl längst vergessen, hätte es nicht den Forschergeist eines GOETHE erregt und in dessen Aufsatz „Physisch-chemisch-mechanisches Problem" einen dauernden Platz in der Literatur gefunden. GOETHEs Schilderung, die mit den eingangs zitierten Sätzen beginnt, schließt mit dem Geständnis, daß das Problem nicht vollkommen gelöst und weiteres Nachforschen notwendig sei. Da mag denn die Frage, wie sich die Wissenschaft nach bald hundert Jahren zu diesem Problem stellt, nicht ohne Interesse sein, um so mehr, als sie an das Objekt

selbst anknüpfen kann: im Goethehaus zu Weimar wird unter dem naturwissenschaftlichen Nachlaß des Dichters eine solche Kugel aufbewahrt, von der ein durch Zufall abgesplittertes Teilchen für das hier abgebildete Präparat im Interesse der Wissenschaft zur Verfügung gestellt wurde.

Die erste Nachricht über die Erscheinung erfolgte am 25. November 1822 in einem Schreiben aus Greifswald an den Bergrat LENZ in Jena. GOETHE erfuhr davon durch LENZ am 29. November 1822 und übergab die Sache, für die er sich offenbar sofort lebhaft interessierte, zur wissenschaftlichen Untersuchung an Professor DOEBEREINER in Jena. Dieser veröffentlichte das Ergebnis und seine Erklärung zusammen mit anderen Beobachtungen in einem

Gebleichter Dünnschliff von der Peripherie einer Greifswalder Kugel (Eichenholz); in die vermoderte ursprünglich plastische Holzmasse ist ein Splitter mit deutlich erhaltenen Markstrahlzellen eingedrungen und hier im radialen Längsschnitt getroffen. Vergr. ca. 150.

vom 12. Januar 1823 datierten Schreiben an GILBERT unter dem Titel „Merkwürdige Veränderung von Holz durch den Blitz".

Der Inhalt dieser Untersuchung DOEBEREINERs wird auch von GOETHE mitgeteilt und lautet: „Sie (d. h. eine halbierte Kugel) hat die Gestalt eines elliptischen Sphäroids, dessen große Achse 18, und dessen kleine Achse 17 Pariser Linien beträgt. Ihre Masse ist schwarzgrau, dicht (nichtporös), von spröder Beschaffenheit und kleine kaum erkennbare Holzspäne eingesprengt enthaltend. Auf der Oberfläche erscheint sie schalig. Sie verhält sich chemisch

teils wie Braunkohle, teils wie geröstetes Holz. Denn sie wird von Ammoniak und noch leichter von einer Auflösung von Aetzkali im Wasser fast ganz, bis auf die eingesprengten Holzspäne, zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit aufgelöst und verbrennt, wenn sie unter dem Zutritt der Luft stark genug erhitzt wird, anfangs flammend und zuletzt glühend, wobei die Produkte des verbrennenden Holzes, nämlich Kohlensäure, Wasser und eine alkalisch reagierende Asche gebildet werden. Die Substanz jener Kugel ist also bloß verändertes Holz der Welle, worin sie gefunden wurden."

DOEBEREINER nahm, wie schon aus dem Titel seiner Mitteilung hervorgeht, eine Mitwirkung des Blitzes, also Elektrizität, an und glaubte, daß „die Welle vom Blitz getroffen und durchdrungen worden, daß die Holzsubstanz von der Elektrizität zermalmt, geschmolzen, halb verkohlt und zuletzt von der negativen, die Materie kugelig gestaltenden elektrischen Tätigkeit sphärisch ausgebildet worden".

Indessen hatte GOETHE das Phänomen nicht aus dem Auge verloren: er schrieb am 30. April 1823 an DOEBEREINER, ob er vielleicht seither die Sache weiter gedacht.

DOEBEREINER antwortete am 5. Mai 1823: „Ew. Exzellenz hochgeneigtes Schreiben vom 30. April d. J. gab mir vielen Stoff zum weiteren Nachdenken über die Entstehung der Greifswalder Kugel. Meine in der gedruckten Beilage ausgesprochene Ansicht von der Bildung derselben finde ich jetzt selbst ein wenig paradox, doch kann ich auch der anderen, nach welcher das Phänomen als das Resultat der Fäulnis und der Rotation der Welle betrachtet wird, obschon sie die natürlichste sein mag, nicht eher beitreten, als bis erwiesen wird, daß sich auch in andern alten, das heißt, nicht vom Blitz getroffenen Wind- und Wassermühlen-Wellen dergleichen Kugeln befinden."

Was die andere in DOEBEREINERs Brief erwähnte Auslegung betrifft, die von Greifswald gesendet wurde, so lautet diese bei GOETHE folgendermaßen:

„Betrachtet man jene Halbkugel näher, so sieht man, daß sie aus Partikelchen, die sich nach und nach angelegt, gebildet worden, und findet sie aus einer Schale und einem Kern bestehend. Die Schale ist ungefähr einen guten Viertel-Zoll stark, der Kern unregelmäßig. Untersucht man die Schale näher, so findet man sie aus vielen Teilchen zusammengefügt, die aber so fest aneinanderhängen, daß wir sie als zu einem Ganzen gehörig müssen gelten lassen. Der Kern, manchmal aus mehreren Stücken bestehend, ist zwar

dieselbe Masse, doch jedes Stück für sich ein zusammenhängendes Ganze. Nun stellen wir uns vor, daß, als die Welle anfing zu faulen, sich Klümpchen bildeten, die jetzigen Kerne, welche mit zunehmender Fäulnis der Welle auch zunahmen und durch das beständige Umdrehen sich zu Kugeln gestalteten, woraus hervorgeht, daß eine gewisse Anziehungskraft der Mulmteile stattgefunden und diese Körper sich auf physischem Wege durch Vereinigung getrennter aber homogener Teile bei einer gleichförmig anhaltenden Rotation gebildet."

Eine Notiz über einen analogen Fall findet sich in der Übersicht der Arbeiten und Verhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur im Jahre 1825. Dort heißt es: „Der Sekretär Professor MÜLLER der Sektion für Physik und Chemie erwähnte der vom verstorbenen Hüttenrat ABT in der Pfannenerweiterung der Welle eines alten Mühlrades gefundenen Kugeln von verkohltem Holze, die bloß durch Abreibung und Rotation entstanden sind, zur Berichtigung der Meinung, wonach ebensolche bei einer vom Blitz entzündeten Mühle gefundene Kugeln für ein elektrisches Produkt des Blitzes erklärt wurden."

Diese Berichtigung ist von um so größerer Bedeutung, als sie keinerlei Widerspruch erfuhr, obwohl DOEBEREINER in dem angezogenen Briefe die Möglichkeit einer Beziehung der Erscheinung zu CHLADNIS Klangfiguren angedeutet hatte und PURKINJE gerade in jener Sitzung über die Fortpflanzung der Klangfiguren in der Luft sprach.

GOETHE selbst hat sich in seinem Aufsatz weder zu Gunsten der einen noch der anderen Auffassung entschieden. Er sagt nachdem er die Ansicht vorgetragen, welche die Erscheinung durch Fäulnis und Rotation der Welle zu erklären sucht, folgendes: „Daß auch hiernach das Problem nicht vollkommen gelöst sei, will man gerne zugeben." Zugleich weist GOETHE darauf hin, daß zu der gleichen Zeit bei Thorn derselbe Fall vorgekommen, wo jedoch die Kugeln viel größer gefunden wurden. Der praktische Sinn, den GOETHE auch bei seiner naturwissenschaftlichen Tätigkeit nicht verleugnen konnte, tritt auch hier wieder ausgesprochen hervor.

„Hier wäre Gelegenheit", fährt GOETHE fort, „wo eine Akademie der Wissenschaften fruchtbar eintreten könnte, indem sie die Besitzer von Wind- und Wassermühlen auf einen solchen Fall aufmerksam machte, damit derjenige Müller, der eine alte Welle zu reparieren oder gar wegzunehmen hätte, genau aufpaßte, ob eine solche Höhlung und ebenso gebildete Kugeln sich in derselben

befänden. Verspräche man ihm einen Beitrag zu der neuen Welle, oder, was in großen Verhältnissen unbedeutend wäre, eine neue Welle gratis, so könnte er verpflichtet werden, die Kugeln abzuliefern, die Umstände genau anzuzeigen, die alte Welle nicht zu Scheitholz zu spalten, sondern sie einer wissenschaftlichen Untersuchung zu überlassen. Zu unserer Zeit, wo Naturfreunde sich überall verbreiten, müßte wohl in jeder Gegend eine unterrichtete Person, ein Gutsbesitzer, Amtmann, Pfarrer, Physikus, Förster, Landbaumeister und wer sonst noch, sich befinden, der aufmerksam auf einen solchen Fall sich ernstlicher Betrachtung unterzöge."

GOETHEs Aufsatz schließt mit den Worten: „Höchst merkwürdig ist hierbei, daß die Kugeln von gleicher Größe gefunden worden, welches auf langsame Fäulnis, immer gleichen Umschwung, einen nach und nach entstehenden gleich hohlen zylindrischen Raum hindeuten. Woraus man sich denn überzeugt, daß nur genauere Erfahrungen das Problematische des Falles aufzulösen würden geeignet sein."

Das ist heute durch die Kenntnisse über die Entstehung der Braunkohle möglich geworden. Wir wissen, daß Holz in feuchter Umgebung, z. B. in den Stollen von Bergwerken, erweicht und dadurch mehr oder weniger plastisch wird. Solchermaßen unter Luftzutritt vermoderte Hölzer gehen ziemlich rasch in den Zustand der Braunkohle über; unter Umständen genügen dazu schon mehrere Jahre. An der Luft erhärten derartige Hölzer sehr schnell und erweisen sich dann in trockenem Zustande als Braunkohle von schwarzer Farbe und muscheligem glänzendem Bruch.

Denken wir uns nun, an der Welle einer Mühle entstehe durch irgendeinen Vorgang eine Öffnung, so kann diese selbstverständlich als Eingangspforte für die Atmosphärilien dienen, und es wird sich durch deren Einwirkung im Innern ein Vermoderungsherd bilden, dessen Höhlung natürlich immer größeren Umfang annehmen und infolge des ungehindert eindringenden Regenwassers stets mehr oder weniger feucht sein muß. Infolgedessen erweicht das Holz mehr und mehr, die am meisten erweichten Holzteile lösen sich schließlich ab und werden nun in dieser plastischen Beschaffenheit in dem durch die Fäulnis enstandenen Hohlraum der Welle rotiert. Dadurch nehmen sie durch gegenseitige Abplattung rasch Kugelgestalt an, und das Ganze wird sich offenbar so lange fortsetzen, bis die Fäulnis eine solche Ausdehnung erlangt, daß die Welle unbrauchbar wird. Dies kann natürlich bei der großen Widerstandsfähigkeit des Eichenholzes ziemlich

lange dauern und so durch fortwährende Ablösung von vermoderten Holzstücken eine große Anzahl von Kugeln entstehen, die dann infolge der gleichmäßigen Abplattung und Rotation bei gegebener Weite des faulenden Hohlraumes natürlich auch annähernd gleichen Umfang bekommen müssen. Da sie zudem feucht liegen, werden sie bald in den Zustand der Kohle übergehen und dann nach dem Abtrocknen schwarzglänzende, aus Braunkohle bestehende Kugeln darstellen. Dabei werden sie an der Peripherie nicht homogen sein, sondern infolge der Rotation in noch plastischem Zustande kleinste Splitterchen in der muschelig erstarrten Kohlenmasse zeigen. Wenn das bei den Greifswalder Kugeln der Fall ist, erscheint eine andere Erklärung ausgeschlossen.

Nachdem schon GOETHE über die Kugeln alles Wünschenswerte mitgeteilt hat, war eigentlich nur noch durch die mikroskopische Untersuchung die Probe aufs Exempel zu machen, um zu sehen, wie sich die ca. 2 mm dicke Schale verhält, die den tiefschwarzen glänzenden Kern von der Größe einer mäßig großen Kastanie umschließt. Es war dabei von vornherein anzunehmen, daß nicht die Holzstruktur im Ganzen erhalten war, sondern in abgetrennten Partikeln. In der Tat zeigte die mikroskopische Untersuchung in vollständig vermoderter Holzmasse eingebettete kleine Holzspäne, bei denen die Zellwände noch deutlich erhalten sind und zwar sind es die für das Eichenholz charakteristischen Markstrahlen, die deutlich sichtbar sind (siehe Textfigur). Ihre Erhaltung ist dadurch zu erklären, daß es sich hier um gesunde Holzpartikel handelt, die bei der Rotation der Welle abgesplittert sind und so leicht die an der Peripherie am meisten erweichten Kugeln durchsetzen konnten, ähnlich wie wir auch Braunkohlenhölzer oft von den Wurzeln anderer Pflanzen nach allen Richtungen durchzogen finden. In dem vermoderten Teil lassen sich teilweise Reste der Holzfasern des Eichenholzes erkennen, da ja die Bewegung der Kugel in der Wellenhöhlung hauptsächlich in radialer Richtung erfolgte; die Kugeln liefen, um einen vom Kegelspiel genommenen Ausdruck zu gebrauchen, Walze.

So ist das Problem der Greifswalder Kugel heute dahin gelöst, daß es sich um eine rezente, unter gleichmäßiger Rotation langsam entstandene Braunkohlenbildung handelt. Das großartigste Analogon für die letztere bieten ja die Braunkohlenlager der Tertiärzeit, dagegen ist mir für eine derartige auffallende Formbildung etwas Ähnliches nicht bekannt. Man kann also tatsächlich von einem physisch-chemisch-mechanischen Problem sprechen, wenn

uns auch seine Lösung jetzt ziemlich einfach erscheint. Immerhin ist der Fall als „naturwissenschaftliche Einzelnheit" (als welche auch GOETHE die Erscheinung mitteilte) auch heute nicht ohne Interesse.

Literatur.

GOETHEs Werke, Weim. Ausgabe II. Abt., 11. Bd., Allg. Naturlehre I. Teil, S. 240—243, sowie S. 357; COTTAsche Ausgabe 40. Bd., S. 121—125. Ferner Briefe des Großherzogs CARL AUGUST und GOETHEs an DOEBEREINER (herausgegeben von SCHADE) Weimar 1856, S. 115, und Übersicht Arb. Schles. Gesellsch. vaterländ. Kultur im Jahre 1825, Breslau 1826, S. 35; DOEBEREINER in GILBERTs Ann. d. Physik XIII, 1, 1823, S. 113—115.

95. E. Werth: Das Perzeptionsorgan der Pterostylis-Blüte.

(Mit 7 Textfiguren.)

(Eingegangen am 22. Dezember 1911.)

Oft ist in der Literatur die Reizbarkeit des Labellums der *Pterostylis*-Blüte erwähnt worden, einer in Australien, Neuseeland und Neukaledonien verbreiteten Orchideengattung. Die grundlegenden Arbeiten sind die von CHEESEMANN[1]), welcher die Blüteneinrichtung von *P. trullifolia* Hook. f. untersucht hat und einige Bemerkungen über andere neuseeländische Arten der Gattung daran knüpft, sowie die Angaben von FITZGERALD[2]) in dessen großem Orchideenwerk. Hierin werden bei *Pterostylis longifolia* R. Br., *P. curta* R. Br., *P. concinna* R. Br. und *P. obtusa* R. Br. ausführlichere Angaben über die Blüteneinrichtung, über Vorkommen von Insekten und deren Wirkung in der Blüte usw. gemacht, während bei den Arten bzw. Formen: *nudica* R. Br., *cycnocephala* Fitzg., *rufa* R. Br., *Woollsii* Fitzg., die leichte Reizbarkeit des Labellums ausdrücklich erwähnt wird. Abgebildet wird ferner das

1) PH F. CHEESEMANN, On the Festilisation of the New Zealand Species of *Pterostylis*. Transactions New Zealand Institute. Vol. V, 1872, S. 352 bis 357, Wellington 1873.

2) R. D. FITZGERALD, Australien Orchids. Vol. I und II, Sydney, 1882 und 1884 bis 1888.

Labellum im ungereizten (herabhängenden) und gereizten (aufgerichteten) Zustande bei *Mitchelli* Lindl., *squamata* R. Br. und *Daintreyana*, wogegen bei *P. barbata* Lindl. und *turfosa* Endl. von Fitzgerald das Nichtvorhandensein einer Reizbarkeit des Labellums besonders hervorgehoben wird.

In der zweiten Auflage der Sinnesorgane im Pflanzenreich[1]) hat G. HABERLANDT nun den Reizerscheinungen der *Pterostylis*-blüte ein eigenes Kapitel gewidmet, in dem auf Grund morphologischer und anatomischer Untersuchungen der Blüten von 7 *Pterostylis*arten ein besonderes, lokalisiertes Perzeptionsorgan auf dem Labellum wenigstens bei den ausgebildeteren Formen nachzuweisen versucht wird. Da HABERLANDT nur totes Material für seine umfangreichen, äußert kritisch durchgeführten Untersuchungen vorgelegen hat, und er keine Gelegenheit gehabt hat, eine *Pterostylis*art lebend zu beobachten, und aus diesem Grunde auch ausdrücklich die Notwendigkeit einer experimentellen Bestätigung seiner Schlußfolgerungen betont, so glaube ich, ganz in seinem Sinne zu handeln, wenn ich hier die Untersuchung einiger lebender *Pterostylis*arten bekanntgebe, deren Resultat in einigen nicht unwesentlichen Stücken von der von HABERLANDT gewonnenen Deutung der Blüteneinrichtung abweicht. Die Untersuchungen wurden bereits vor vielen Jahren gemacht unter Umständen, die mir eine mikroskopische Betrachtung des Materiales nicht gestatteten. Ich hatte lange gehofft, die dadurch gebliebene Lücke an in europäischen Gewächshäusern befindlichem Material ausfüllen zu können, da mir nur eine Hand in Hand gehende Untersuchung der lebenden Pflanze und der mikroskopischen Struktur der in Betracht kommenden Teile derselben in den verschiedenen Zuständen über Lage, Bau und Funktion der Perzeptionseinrichtungen über die Übertragung des Reizes und die Wirkung des Bewegungsorganes definitiv Auskunft geben zu können scheint[2]). Leider hat sich mir zu solcher Untersuchung bisher keine Gelegen-

1) G. HABERLANDT, Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perzeption mechanischer Reize. Zweite vermehrte Auflage, Leipzig 1906.

2) Es wäre auch mit Rücksicht auf die von FITZGERALD ausdrücklich erwähnte Tatsache, daß Chloroformdämpfe die Reizbarkeit des Labellums von *Pt. longifolia* nicht aufzuheben vermochten, und dem von F. ausschließlich als mechanische Wirkung angesprochenen und erklärten Verhalten der beweglichen Lippe in der Pt. nahestehenden Gattung *Caleana* — das ich nach meinen Untersuchungen für *C. major* R. Br. bestätigen kann — vielleicht die Frage angebracht, ob es sich bei den am *Pterostylis*labellum zu beobachtenden Erscheinungen überhaupt um eine plasmatische Reizbarkeit oder vielleicht nur um eine Auslösung mechanischer Spannungsverhältnisse handelt.

heit geboten, und so möchte ich denn die in Australien seinerzeit gewonnenen Resultate bekanntgeben.

Man pflegt die Gattung *Pterostylis* in zwei Sektionen einzuteilen: I. *Antennaea* Benth., wo die zu einer „Unterlippe" verwachsenen paarigen Sepalen dem von dem dritten Sepalum und den paarigen Petalen gebildetem „Helm" anliegen und so die Blüte bis auf eine kleine Öffnung, aus welcher in der Regel die Spitze des Labellums hervorragt, verschließt, und II. *Catochilus* Benth., bei der die Unterlippe herabhängend oder wenigstens wagerecht abstehend, die Blüte daher weit geöffnet ist und erst durch das Labellum mehr oder weniger vollkommen geschlossen werden kann.

Von letzterer Sektion hatte ich Gelegenheit, *P. longifolia* R. Br. zu untersuchen. Die Blüteneinrichtung ist kurz folgende (Fig. 1—3).

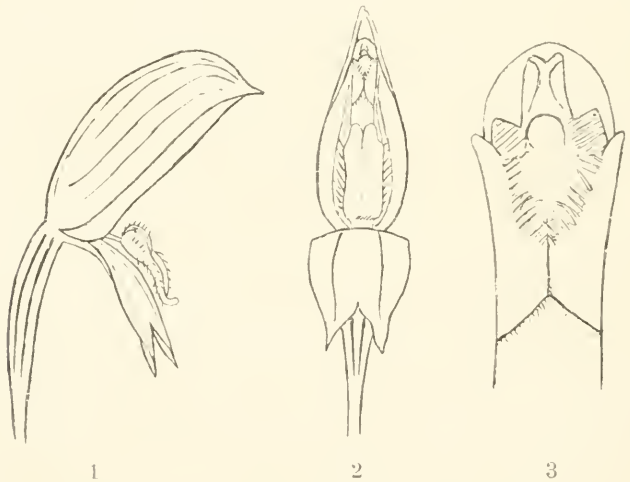


Fig. 1. Blüte von *Pt. longifolia* mit herabhängendem Labellum, von der Seite gesehen; 3fache nat. Größe.

Fig. 2. Dieselbe mit hochgeklapptem Labellum, von vorn gesehen; 3fache nat. Größe.

Fig. 3. Oberer Teil der Geschlechtssäule derselben Art; ca. 14fache nat. Größe.

Das obere äußere unpaare Blütenhüllblatt bildet einen großen Helm, ähnlich dem von *Aconitum*; die vorderen Ränder sind nach einwärts umgebogen und ihnen die beiden paarigen inneren Blütenblätter aufgewachsen. So wird eine vorn nur einen schmalen Eingang lassende kapuzenartige Kammer gebildet. Die zur „Unterlippe" verwachsenen paarigen äußeren Blütenhüllblätter sind schräg abwärts gerichtet, und unmittelbar über ihnen befindet sich das eigenartig gestaltete an einem kleinen elastischen Stielchen be-

festigte Labellum (Fig. 1); es ist mit krystallglänzenden Haaren bedeckt und hat bei übrigens trüb- bis grünlichgelber Färbung ein trübdunkelbraunes Mittelfeld. So hebt es sich unter den übrigen, weißlichgrünen Blütenblättern erheblich ab und muß unbedingt die Aufmerksamkeit von anfliegenden Insekten erregen.

Bei Berührung springt nun das Labellum blitzschnell gegen den Helm und verschließt diesen im unteren Teil, wobei seine seitlichen Haare sich den eingebogenen Rändern des Helmes dicht anlegen (Fig. 2). Ein Verschluß des oberen Helmteiles ist dadurch gebildet, daß flügelartige Verbreiterungen der Säule sich vorn zu einem kurzen Zylinder zusammenschließen (Fig. 3). Ein kleines Insekt, welches auf das einem fauligen Fleischfetzchen ähnelnde Labellum auffliegt, wird bei dem plötzlichen Zuklappen desselben in den Helm befördert. Der bequemste und wie es scheint einzig mögliche Ausweg befindet sich an der Spitze des Helmes durch den von den Säulenflügeln gebildeten Zylinder. Diesen benutzend, ist das Insekt gezwungen, zuerst die Narbe und dann die Anthere zu streifen, wodurch begreiflicherweise bei Besuch mehrerer Blüten leicht Kreuzbestäubung herbeigeführt werden kann.

Daß Insektenbesuch tatsächlich stattfindet bzw. stattgefunden hatte, konnte ich bei den untersuchten Blüten an dem Ankleben von dunklen (wohl zweifellos nur von einem Insekt herrührenden) Haaren an der Narbe und dem gleichzeitigen teilweisen Fehlen der Pollenmassen in den Antheren erkennen. FITZGERALD hat durch einen vorsichtig auf das Labellum gebrachten kleinen Käfer den Reizvorgang und das Wegholen zweier Pollenmassen künstlich herbeigeführt und beides auch abgebildet.

Das Zuklappen des Labellums läßt sich beliebige Male durch künstliche Reizung herbeiführen. Ich konnte dabei ausdrücklich feststellen, daß das ganze Labellum den Reiz aufnimmt; es ist in dieser Hinsicht weder die geschwollene Basis, noch die aufgebogene, gegabelte Spitze bevorzugt. Beachtenswert ist immerhin, daß auch bei Berührung der letzteren, welche nach FITZGERALDs und meinen Figuren den einzigen unbehaarten Teil des Labellums darstellt, letzteres gleichfalls blitzschnell in die Höhe gegen den Helm klappt. Es erscheint mir danach zweifellos, daß bei *Pterostylis longifolia* ein besonderes Perzeptionsorgan (auch in der Anlage) nicht vorhanden ist, und daß auch die teilweise Behaarung des Labellums keine Beziehungen zur Reizbarkeit desselben hat. Die Behaarung der Seitenränder des Labellums bewirkt zweifellos einen dichteren Verschluß des Helmes im aufgeklappten Zustande, während im übrigen die Behaarung durch die krystallglänzende

Beschaffenheit vielleicht die Augenfälligkeit des Labellums erhöht oder eine feuchte Beschaffenheit desselben den Besuchern vortäuschen mag.

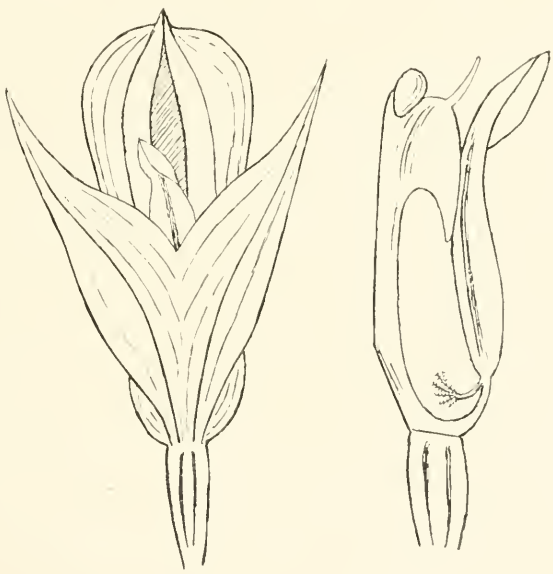
Nach zwanzig bis dreißig Minuten rückt das Labellum langsam in die alte Stellung über der „Unterlippe" zurück.

Zur selben Sektion wie *longifolia* gehört *Pt. mutica* R. Br., *Pt. cycnocephala* Fitzg., *Pt. rufa* R. Br. und *Pt. Woollsii* Fitzg., von welchen FITZGERALD ausdrücklich die hohe Empfindlichkeit des Labellums hervorhebt, das auf die leiseste Berührung hin die Blüte verschließt. Ferner gehören derselben Sektion an *Pt. Mitchelli* Lindl., *Pt. squamata* R. Br. und *Pt. Daintreyana* F. v. M., von welchen FITZGERALD zwar die Reizbarkeit des Labellums nicht erwähnt, jedoch jedesmal eine Blüte mit herabhängenden und eine mit hochgeklapptem Labellum abbildet, so daß die Eigenbeweglichkeit des letzteren daraus wohl mit Sicherheit gefolgert werden kann.

Aus der Sektion *Intermedia* konnte ich *Pt. curta* R. Br. und *Pt. nutans* R. Br. lebend untersuchen. Von ihnen stellt die erstere den Typus der Sektion wohl am reinsten dar. Wie am besten die Figur 4, welche die Blüte von vorn gesehen wiedergibt, zeigen möge, ist hier das Labellum durch die fast senkrecht aufwärts gerichtete zweispitzige „Unterlippe" (verwachsene paarige Sepalen) verhindert, die für eine vollkommene Reizbewegung, ähnlich derjenigen bei *Pt. longifolia*, notwendige Ausgangsstellung schräg abwärts einzunehmen. In der Tat ist auch nach meinem Befunde das Labellum gar nicht beweglich, sondern nur an seinem schmalen „Nagel" federnd und die Blütenkammer von Anfang an geschlossen. Ich bemerke dazu, daß ich zufällig zuerst wiederholt *Pt. longifolia* in die Hände und zur Untersuchung bekam und nachdem erst die Vertreter der anderen Sektion; ich mußte also bei letzteren von vornherein eine gleiche oder ähnliche Reizbarkeit erwarten, wie ich sie dort geschildert habe. Wie gesagt, habe ich davon nichts konstatieren können.

Nichtsdestoweniger glaube ich mir die Blüteneinrichtung wie folgt genügend verständlich gemacht zu haben. Wie bei der vorbeschriebenen Art bilden die paarigen inneren Blütenhüllblätter mit dem unpaaren äußeren ein kapuzenförmiges Behältnis, dessen schmaler vorderer Eingang in diesem Falle jedoch von dem zungenförmigen Labellum bis zum unteren Ende des von den Säulenflügeln gebildeten Zylinders geschlossen ist (Fig. 5). Durch den Zylinder selbst ist für ein etwaiges Insekt ein Zugang in die innere

Blütenkammer dadurch erschwert, daß zwei starre schräg nach vorn und gegeneinander geneigte Haare den äußeren Zylinder-Eingang decken. Da nun, abgesehen von dem Labellum, die Blüte von fast reingrüner Farbe ist bis auf den unteren, die innere Blütenkammer unmittelbar umgebenden Teil des großen hinteren Blütenhüllblattes, der vollkommen durchsichtig eine Beleuchtung der Kammer gestattet, so wird ein Insekt voraussichtlich von der mehr oder weniger karminbraun gefärbten, verlängerten in leicht gedrehter Stellung nach vorn gebogenen Spitze des Labellums angezogen werden. Wenn es dann weiter, die stark verdickte, be-



4 5

Fig. 4. Blüte von *Pt. curta*, von vorn gesehen; 2fache nat. Größe.
Fig. 5. Blüte von *Pt. curta*, nach Entfernung sämtlicher Sepalen und Petalen bis auf das Labellum von der Seite gesehen; 3fache nat. Größe.

sonders intensiv gefärbte Mittelleiste desselben als Führung benützend, abwärts kriecht, so gelangt es von selbst in den sich verengenden Winkel zwischen Labellum und der durch die Flügel der Säule gebildeten Röhre (Fig. 5). Bei der senkrechten Stellung und federnden Anheftung des Labellums wird es ihm leicht gelingen, den Winkel so weit zu erweitern, daß es in die Blütenkammer hineinschlüpfen kann. In diesem Moment erst wird es bei der hinreichenden Beleuchtung innerhalb der Kammer des an der Basis des Labellums an gebogenem Stielchen angehefteten eigentümlichen, pistillum-

artigen Gebildes ansichtig werden, das HABERLANDT für das Perzeptionsorgan der *Pterostylis*blüte in vollkommenster Form zu halten geneigt ist.

Ich kann aus Analogie mit den Blüteneinrichtungen vieler anderer Orchideengattungen in diesem Gebilde, das aus einem kurzen Stämmchen besteht, an dessen Spitze sich, nach vorn und den Seiten ausstrahlend, gefiederte weiße Ästchen befinden, nur ein Anlockungsmittel erblicken, das die Insekten zu wiederholtem Blütenbesuch veranlaßt und ihnen vielleicht auch tatsächlich als Nahrungsquelle dient. Dieses pinselförmige Labellumanhängsel befindet sich an derselben Stelle, an welcher in sehr vielen Orchideenblüten ein Nektarnapf oder -sporn anzutreffen ist, oder an welcher gerade bei vielen australischen Orchideenformen Auswüchse der Säulen- oder Labellumbasis sich befinden, die in Form und Färbung für unser Auge täuschend einem Staubgefäß — also einem die zweifellos älteste Blumennahrung, den Pollen, spendenden Organe — ähnlich sieht[1]). Die Fig 7 mag ein solches Organ, wie es der Basis des Labellums bei *Glossodia major* R. Br., einer mit schönen, großen, violetten Blüten versehenen Erdorchidee des südöstlichen Australiens entspringt, veranschaulichen; hier ist bei vollkommen wagerechter Ausbreitung der Blütenhüllblätter an eine Verschließbarkeit der Blüte und Reizbarkeit des Labellums von vornherein gar nicht zu denken, mithin auch nicht an die Wirkung des fraglichen Gebildes etwa als Perzeptionsorgan.

Zurückkommend auf *Pterostylis curta* wird nun das in der Blüte eingeschlossene Insekt beim Rückzug wegen der aus Fig. 5 zu ersehenden gegenseitigen Form und Lage sich nicht zwischen Labellum und der aus den Säulenflügeln gebildeten kurzen Röhre hineindrängen können, vielmehr ganz naturgemäß in die Röhre selbst hineingeleitet werden. Auf diesem Wege nach auswärts wird es, genau wie bei *Pt. longifolia*, erst Narbe und dann Rostellum

1) Ob ein blütenbesuchendes Insekt solche Gebilde auch für ein Staubgefäß bzw. eine ähnliche Nahrungsquelle hält, läßt sich auch experimentell nie mit Sicherheit nachweisen. Wir können nur ganz allgemein aus dem Verhalten der Blumeninsekten folgern, daß ihre Form- und Farbenempfindungen im wesentlichen den unsrigen parallel laufen; und wir sind ebenso berechtigt, diese Folgerung bei der Deutung der mannigfachen Blüteneinrichtungen zu benutzen, solange nicht neue Erfahrungen bzw. Beobachtungstatsachen ihnen zuwiderlaufen, wie wir uns für berechtigt halten zu behaupten, daß die Drossel durch die rotfarbigen Beeren in die Dohne und die Maus durch den „duftenden" Speck in die Falle gelockt werden. Es liegt in allen solchen Folgerungen nicht im mindesten eine Vermenschlichung der Blüteninsekten oder gar der Blumen selbst.

berühren und so bei Besuch mehrerer Blüten leicht Kreuzbestäubung bewirken müssen. Die an der äußeren Mündung des Flügelzylinders befindlichen vorhin erwähnten Haare werden begreiflicherweise dem in der Richtung auswärts passierenden Insekt den Weg nicht versperren können.

Die Nichtreizbarkeit des Labellums bei *Pt. curta* wie mehrerer anderer Arten desselben Typus (*nutans, australcaledonia* usw.) wurde mir mündlich von Herrn Dr. SCHLECHTER bestätigt, welcher viele Arten der Gattung in Australien, Neuseeland und Neukaledonien selbst gesammelt und im lebenden Zustande untersucht hat. Wenn dennoch FITZGERALD angibt, daß bei *Pt. curta* die Unterseite, sowie bei den nach gleichem Typ gebauten *Pt. concinea* R. Br. und *Pt. opidoglossa* R. Br. beide Seiten des Labellums gleich empfindlich seien, so kann darnach wohl nicht wohl gut bezweifelt werden, daß bestimmte Individuen der dem Typus *curta* angehörenden Arten eine wenigstens geringe Reizbarkeit des Labellums aufweisen. Eine Wirkung wie bei *Pt. longifolia* kann aber damit gar nicht verbunden sein. Denn selbst wenn das Labellum im Ruhezustande etwas geöffnet wäre — eine stärkere Öffnung ist durch die aufrechte Stellung der verwachsenen Sepalen (Fig. 4) allemal ausgeschlossen —, so könnte doch ein Insekt wegen Raummangels nur an der Spitze desselben anfliegen und würde beim Zuklappen mit Sicherheit aus der Blüte a u s geschlossen werden. Denn während bei *longifolia* die Spitze des Labellums bei aufrechter Stellung der letzteren nicht den unteren Rand der von den Säulenflügeln gebildeten Röhre erreicht (Fig. 2), und daher auch noch ein an der Spitze des Labellums ansitzendes Insekt beim Zuklappen in die Blütenkammer befördert werden kann, ist zu diesem Ende das Labellum bei *curta*, wie die Figur 5 zeigt, viel zu lang. FITZGERALD vermag denn auch einen Vorteil der Reizbarkeit des Labellums in dieser Sektion nicht zu erkennen, da die Insekten durch dieselbe eher a u s- wie eingeschlossen würden. Auch CHEESEMAN, welcher die zur gleichen Sektion gehörige und ganz ähnliche Blütenform zeigende *Pt. trullifolia* Hook. f. auf Neuseeland untersuchte und deren Labellum reizbar fand, weiß sich die Blüteneinrichtung nicht klarzumachen und vermutet daher, daß zunächst das Gewicht eines auf der Spitze des Labellum ansitzenden Insektes die Reizwirkung überwiege, und erst nachdem es weiter abwärts gekrochen sei, das Labellum die Blüte definitiv zu schließen vermöge.

Es geht aus alledem meines Erachtens mit Sicherheit hervor, daß bei den Arten vom Typus der *Pt. curta* wo überhaupt eine Reizbarkeit und Eigenbeweglichkeit des Labellums vorhanden ist,

diese beim Anfliegen eines Insektes nur einen gänzlichen Verschluß der Blüte und Ausschluß des Insektes zur Folge haben kann. Letzteres muß dann in der von mir beschriebenen Weise (die im wesentlichen auch der CHEESEMANschen Vorstellung zugrunde zu liegen scheint) durch sein Gewicht und den aktiven Druck seines Körpers erst den Eingang in die Blütenkammer erzwingen[1]). Niemals kann aber dabei dem gefiederten Anhängsel an der Basis des Labellums eine Bedeutung und Wirkung als Perzeptionsorgan zukommen.

Wie die von CHEESEMAN untersuchte *Pt. trullifolia*, so sind auch *Pt. Baptistii* Fitzg., *Pt. striata* Fitzg., *Pt. pedoglossa* Fitzg., *Pt. pedunculata* R. Br., *Pt. acuminata* R. Br., *Pt. reflexa*, R. Br., *Pt. concinna* R. Br., *Pt. ophioglossa* R. Br., *Pt. obtusa* R. Br., *Pt. parviflora* R. Br. und *Pt. recurva* Benth. (vgl. FITZGERALD a. a. O.) vom selben Typ und ganz ähnlicher Blütenbildung wie *Pt. curta*. Etwas abweichenden Blütenbau zeigt die zweite von mir untersuchte Art

6

7

Fig. 6. Labellum von *Pt. nutans*; ca 2fache nat. Größe. (Die Pfeile geben den Weg eines in die Blütenkammer vordringenden Insektes an.)

Fig. 7. Staubgefäßähnliches Anhängsel des Labellums von *Glossodia major* ca. 8fache nat. Größe.

der Sektion, die *Pt. nutans* R. Br. Hier steht die Blüte nicht aufwärts, sondern wagerecht, und die das vordere Dach des Blütenhelmes bildenden paarigen Petalen sind mit ihren Spitzen gegen den Blütenstiel zurückgebogen. In ähnlicher Weise ist das stark verlängerte Labellum bei im übrigen mehr oder weniger wagerechter Lage an der Spitze stark zurückgebogen (Fig. 6). Bei dieser halbkreisförmigen Krümmung der Blütenorgane ist es ganz undenkbar, daß ein Insekt auf das gefiederte Anhängsel an der Basis des Labellums gelangen

1) Die in KNUTHS Handbuch der Blütenbiologie (Band III, 1, S. 198) nach CHEESEMAN gegebene Beschreibung der Blüteneinrichtung von *Pt. trullifolia* ist daher ganz unzutreffend. Es ist hier von einem herabhängenden und auf Reiz in die Höhe springenden Labellum die Rede, was mit der Blütenform dieser Art (vgl. die Figur des Originals) ganz unvereinbar ist. Namentlich entspricht auch die geschilderte Art der Gefangennahme des besuchenden Insektes durchaus nicht den textlichen Ausführungen des Originals.

sollte, ohne vorher die Labellumspitze zu berühren, obwohl bei dieser Art auch nach meinen Beobachtungen nicht alle Blüten von vornherein vollkommen geschlossen sind. Jedoch kann auch hier die Öffnung im günstigsten Falle nur gering sein, da ebenso wie bei *Pt. curta* die sog. Unterlippe (paarige, verwachsene Sepalen) der Blüte eng anliegt und dadurch ein stärkeres Herabklappen des Labellums von vornherein verhindert. In der Tat kann daher auch hier nur die Eigenbewegung des Labellums einen Ausschluß eines besuchenden Insektes bewirken, und die Blüteneinrichtung ist im übrigen wie bei *Pt. curta* zu verstehen. Besonders wirksam kann sich aber hier bei der wagerechten Anheftung des federnden Labellums das Eigengewicht des Insektes geltend machen; und es ist in dieser Hinsicht äußerst bemerkenswert, daß trotz der erheblichen Verlängerung des bei diesem Vorgange wie ein Hebel fungierenden Labellums durch die eigenartige Zurückkrümmung desselben der für den Angriff günstigste, d. h. der vom Drehpunkte des Hebels entfernteste Punkt desselben gerade da liegt, wo das Insekt im Winkel zwischen Labellum und der Röhre der Säulenflügel durch Körpergewicht und aktiven Druck den Blüteneingang erzwingen muß.

Was nun den Insektenbesuch der zur Sektion *Antennaea* gehörigen Arten betrifft, so habe ich selbst nur einmal eine Aphide in der geräumigen, gut erleuchteten Blütenkammer der zuletzt genannten Art angetroffen. FITZGERALD gibt aber an, daß in den Blüten der Arten dieser Sektion der Gattung, speziell in denjenigen von *Pt. obtusa* R. Br., häufig kleine Fliegen angetroffen werden, die, angeklebt am Rostellum oder Stigma, nicht mehr vermocht hatten, sich zu befreien; auch fand derselbe Forscher in einem über eine Gruppe von *Pt. obtusa* ausgespannten Spinnengewebe eine Fliege, an deren Kopf Pollenmassen von *Pterostylis* angeheftet waren. Auch CHEESEMAN hat wiederholt kleine Dipteren in der Blüte von *Pt. trullifolia* eingeschlossen gefunden; auch er beobachtete, daß die Insekten häufiger, ohne den Ausweg gefunden zu haben, in der Blüte verendeten, oft mit Resten von Pollenmassen an ihrem Körper; außerdem sah er in zahlreichen anderen Blüten die Spuren stattgehabten Insektenbesuches in Gestalt von Haaren an Narbe und Rostellum neben dem Entferntsein der Pollinien.

Bei der von CHEESEMAN wie FITZGERALD deutlich bekundeten Unmöglichkeit der, zweifellos in vielen Fällen vorhandenen, Reizbarkeit und Eigenbeweglichkeit des Labellums in der Sektion *Antennaea*, ein besuchendes Insekt in die Blüte einzuschließen, kann man in den tatsächlich nachgewiesenen Fällen der Gegenwart von Insekten in der Blüte nur einen Beweis für die

Möglichkeit eines selbständigen Eindringens derselben erblicken. Und ich glaube, daß diese Möglichkeit in der von mir geschilderten, die (vermutlich doch wohl vorhandene) ökologische Bedeutung der Blütenkonstruktion hinreichend verständlich machenden Weise gegeben ist.

Betreffs des Perzeptionsorganes der *Pterostylis*-Blüte läßt sich nunmehr zusammenfassend wohl das Folgende behaupten.

Bei allen *Pterostylis*arten, bei denen eine Reizbarkeit des Labellum überhaupt vorkommt, betrifft diese zweifellos das ganze Organ bis zur Spitze.

Das gefiederte Anhängsel an der Basis der Lippenplatte in der Sektion *Antennaea* (Typus der *Pt. curta*) kommt als Perzeptionsorgan nicht in Betracht, da es von einem Insekt erst berührt werden kann, nachdem dieses bereits in der Blüte eingeschlossen ist.

Bei der Sektion *Catochilus* (Typus der *Pt. longifolia*), wo allein die Reizbarkeit des Labellums imstande ist, aktiv ein Insekt in die Blüte zu befördern und einzuschließen, fehlt das als Perzeptionsorgan angesprochene gefierderte Labellum-Anhängsel. Es ist daher mehr als unwahrscheinlich, daß in einigen Fällen, wo an dessen Stelle ein mehr oder weniger ausgesprochener Auswuchs auf dem Labellum sich befindet, dieser im besonderen Maße reizbar sein sollte.

Es scheint also ein besonderes Perzeptionsorgan dem Labellum der *Pterostylis*blüte vollkommen zu fehlen.

Das Gesagte gilt zunächst nur für die oben aufgezählten Arten beider Sektionen, für weitere ganz ähnlich gebauten Blütenformen dürfte eine gleiche Wirkungsweise des Blütenmechanismus jedoch wohl ebenfalls anzunehmen sein. Dagegen weichen die beiden unter sich nahe stehenden Arten *Pt. barbata* Lindl. (Ostaustralien) und *Pt. turfosa* Endl. (Westaustralien) durch das mit langen Haaren versehene und an der Spitze geschwollene Labellum, dem das gefiederte Anhängsel fehlt, von beiden Sektionen wesentlich ab. Sie dürften einen besonderen ökologischen Typus darstellen. Wir wissen von FITZGERALD, daß bei beiden Arten das Labellum nicht reizbar ist. Im übrigen ist die Funktion der Blüteneinrichtung noch vollkommen unaufgeklärt.

96. Bruno Schröder: Rhizosolenia victoriae n. sp.

(Mit Tafel XXIX.)

(Eingegangen am 23. Dezember 1911.)

Die weitaus meisten Arten der Bacillariaceengattung *Rhizosolenia* sind bekanntlich marine Planktonformen (2). Nur verhältnismäßig wenige Species kommen als Schwebepflanzen im Süßwasser vor, sowohl in Seen als auch in Teichen und Stromläufen, wie *Rh. longiseta* Zach., *Rh. stagnalis* Zach., *Rh. eriensis* H. L. Smith, *Rh. morsa* W. u. G. S. West und *Rh. minima* Levander.

Rh. longiseta ist als häufigste Süßwasserart über ganz Nord- und Mitteleuropa verbreitet; dasselbe gilt für *Rh. stagnalis*, die aber seltener als vorige vorzukommen scheint (6, 10, 11, 14). *Rh. eriensis* fand man zuerst in Nordamerika (1). In Europa wies man sie auf der Insel Mull (3), aus Schweden (7), aus Seen von Finland (8, 11) und aus dem Genfer und Comer See nach. Außerdem beobachtete man sie in Fischteichen in Sachsen (6), im Wilhelminenhüttenteich bei Tillowitz in Oberschlesien (5) und im Plankton der Wolga bei Saratow (9). Wenige Fundorte kennt man von *Rh. morsa*, nämlich Island (14), Schottland (12), den Ladogasee (17), Ostgalizien (18) und Australien (15), während *Rh. minima* nur aus Finland beschrieben ist (11). Aus Asien, Afrika und Südamerika sind Rhizosolenien des Süßwassers meines Wissens noch nicht bekannt.

Ende September bis Anfang Oktober 1910 sammelte ich auf einer Rundfahrt um den Viktoriasee in Afrika Planktonproben. Um von dem immerhin schnell fahrenden Dampfer „Sybill" der Ugandabahn zu dem Material zu gelangen, hing ich ein kleines, feinmaschiges Planktonnetz unter die Kaltwasserleitung einer Badewanne des Schiffes und ließ das Seewasser mehrere Stunden durchlaufen. Im Smithsund bei Muansa konnte ich auch von einer Pinasse aus mit dem Netz direkt Plankton aus dem Viktoriasee entnehmen. Das Material wurde sogleich in Formol konserviert.

Namentlich in den Proben aus der Kavirondobucht, die im nordöstlichen Teile dieses Sees bei Port Florence in Britisch-Ostafrika liegt, bemerkte ich bei der mikroskopischen Untersuchung

eine neue Species von *Rhizosolenia*, die ich als *Rh. victoriae* bezeichne (Taf. XXIX, Fig. 1—6).

Alle Rhizosolenien sind dorsoventral gebaut, was man am besten sieht, wenn sie in breiter Gürtelansicht liegen. Bei vielen Formen derselben Art geht aber die Ventralseite der einen Zellhälfte in die Dorsalseite der anderen Zellhäfte über (Fig. 1, 4, 5). Für die eigentlichen Schalen (Valvae) der Rhizosolenien ist der Ausdruck „Calyptra" gebräuchlich geworden. Weil die Calyptra in das proximale Ende der excentrisch-dorsal-inserierten Borste ausläuft, die allerdings oft mehr oder weniger abgesetzt ist, so erhält die Calyptra eine unregelmäßige Gestalt, bei der die ventrale Hälfte breiter wie die dorsale ist.

Rh. victoriae kommt fast stets einzeln vor; selten hängen zwei Individuen nach der Zellteilung noch weiter zusammen. Zu einer einer eigentlichen Kettenbildung scheint es nicht zu kommen. Ihre Zellen sind gerade und haben eine seitlich flachgedrückte zylindrische Gestalt mit abgeschrägten Endflächen. Sie sind mit den Borsten 7—14mal so lang wie breit. Die Länge der Zellen mit Borsten beträgt 180—200 μ, ohne Borsten 90—120 μ, die Länge der Borsten 70—90 μ und die Breite der Zellen 10—20 μ. Ihre Dicke ist etwa um $^1/_3$ geringer als die Breite.

Zur Erhöhung der Schwebfähigkeit ist die Zellhaut dieser planktonischen Bacillariacee außerordentlich dünn und zart, schwach verkieselt und hyalin und deshalb wegen ihrer Transparenz im gewöhnlichen Wassertropfen bei mittlerer Vergrößerung schwer sichtbar. Nur die Calyptren heben sich im Wasser etwas schärfer ab und sind bei auf dem Objekträger aufgetrockneten Exemplaren ebenso wie die Borsten als etwas verdickte Zellhautpartien viel deutlicher erkennbar (Fig. 5, 6). Die Borsten der *Rh. victoriae* sind an ihrem proximalen Ende gebogen, von der Calyptra ziemlich plötzlich abgesetzt und hohl. Ihrem distalen Ende zu sind sie fast gerade, fein zugespitzt und in der Fortsetzung der Dorsalseite gerichtet.

Die Gestalt der Calyptra ist von derjenigen der übrigen Süßwasserformen wesentlich verschieden. Der ventrale Teil der Calyptra hat die Form einer fast halbkugeligen Kuppel, die nach dem Borstenende zu etwas seitwärts vorgewölbt ist. Unterhalb dieser Vorwölbung liegt eine leichte Einbuchtung. Der dorsale Teil der Calyptra dagegen fällt in einem flach eingezogenen stumpfen Winkel schräg von der Borste abwärts, worauf er ebenfalls dann eine leichte Einbuchtung zeigt (Fig. 1 u. 5).

Die Beschaffenheit der Zwischenbänder ist selbst bei in destilliertem Wasser liegenden Zellen nur wenig erkennbar. Am deutlichsten ist sie noch bei auf dem Objektträger aufgetrockneten Individuen zu sehen. Die Zwischenbänder sind verhältnismäßig breit und zeigen die auch für die übrigen Rhizosolenien des Süßwassers charakteristische Form durch das abwechselnde Ineinandergreifen ihrer Spitzen (Fig. 5, 6).

Von den Zellinhaltsbestandteilen ist allerdings an dem durch ein Leitungsrohr gepumpten, sonst aber leidlich konservierten Materiale nicht viel wahrzunehmen. Den größten Teil des Zelllumens scheint der Zellsaft einzunehmen, während das Cytoplasma mit dem unregelmäßig ellipsoidischen Zellkern, der durch Färbung mit Hämatoxylin sichtbar wurde, im konservierten Materiale meist in einem Ballen gelagert erscheint und in einer breiten oder schmaleren Brücke quer durch das Zellumen sich ausbreitet (Fig. 1, 4). Auch die sehr kleinen Chromatophoren liegen meist um den Zellkern. Bei ihrer geringen Anzahl und Größe kann ihre assimilatorische Tätigkeit wohl nicht sehr erheblich sein.

Dauersporen, die bei verschiedenen anderen Rhizosolenien des Süßwassers, z. B. bei *Rh. longiseta* (4) und *Rh. morsa* (14) beobachtet worden sind, konnte ich bei *Rh. victoriae* ebensowenig auffinden, als auch nur Andeutungen von Mikro- und Auxosporenbildung, die marine Formen dieser Gattung aufweisen.

Die Vermehrung von *Rh. victoriae* erfolgte in meinem Materiale nur durch Zellteilung, die im allgemeinen in derselben Weise verläuft, wie dies BACHMANN (16) von *Rh. morsa* beschreibt (Fig. 2, 3, 4).

Wodurch unterscheidet sich nun *Rh. victoriae* von den bisher bekannten Spezies der Gattung *Rhizosolenia*, die im Süßwasser vorkommen? Nach der Form der Calyptra und der Beschaffenheit der Borsten dieser Arten stelle ich folgenden Schlüssel zu ihrer Bestimmung auf, wobei man von Länge und Breite der Zellen, die sehr variabel sind, sowie von der Breite der Zwischenbänder, von der dasselbe gilt, absehen kann.

I. Calyptra schmal, lanzettlich vorgezogen.
   1. Borste lang, haarförmig . . . *Rh. longiseta* (Fig. 12)
   2. Borste kurz, hornförmig . . . *Rh. stagnalis* (Fig. 11)

II. Calyptra breiter und mehr oder weniger verkürzt.
   1. Borste sehr lang, haarförmig . *Rh. minima* Fig. 13)
   2. Borste kurz, hornförmig.
      a) Calyptra (in Gürtelansicht) von zwei convexen Seiten begrenzt . . . . . *Rh. eriensis* (Fig. 10)

b) Calyptra mit einer ventralen Einbuchtung . . . . . *Rh. morsa* (Fig. 7—9)

c) Calyptra ventral leicht eingebuchtet und schräg seitlich vorgewölbt: dorsal schräg abwärts abgeflacht, auch leicht eingebuchtet . . . . . *Rh. victoriae* (Fig. 1—6).

Rh. victoriae steht demnach der *Rh. morsa* am nächsten und zwar besonders jener Form, die G. S. WEST (15) aus Australien abbildet. Sie unterscheidet sich aber von ihr, abgesehen von der Größe, durch die eigenartig abweichend gestaltete Calyptra, die bei ihr dorsal abgeschrägt ist, während bei *Rh. morsa* die größte Abschrägung ventralwärts liegt. Außerdem sind die Borsten bei *Rh. victoriae* länger und mehr gekrümmt; namentlich am proximalen Ende sind sie so inseriert, daß sie ungefähr in der Verlängerung der Dorsalseite zu stehen kommen. Auch die Zwischenbänder sind bei ihr weitaus breiter und weniger zahlreich als bei *Rh. morsa*.

Literaturverzeichnis.

1. SMITH, H. L., *Rhizosolenia eriensis* n. sp. in: Proc. Amer. montly microsc. Journ. IV, p. 177—178, 1883.
2. PÉRAGALLO, H., Monographie du genre *Rhizosolenia* et des quelques genres voisins. in: Le Diatomiste, Bd. 1, 1892.
3. BORGE, O., Süßwasserplankton aus der Insel Mull, in: Botaniska Notiser, p. 4, 1897.
4. SCHRÖDER, BR., *Attheya*, *Rhizosolenia* und andere Planktonorganismen, im Teiche des Botanischen Gartens zu Breslau. in: Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XV, p. 369, tab. 17, Fig. 2, 1897.
5. DERS., Planktologische Mitteilungen, in: Biol Centralbl., Bd. XVIII, p. 525, 1898.
6. ZACHARIAS, O., Über einige interessante Funde im Plankton sächsischer Teiche, in: Biol. Centralbl., Bd. XVIII, p. 716, 1898.
7. BORGE, O., Schwedisches Süßwasserplankton, in: Botaniska Notiser, p. 24, 1900.
8. LEVANDER, K. M., Zur Kenntnis der Fauna und Flora finnischer Binnenseen, in: Meddels. Soc. pr. Fauna et Flora Fennica, H. 19, p. 11, 1900.
9. ZYKOFF, W., Das pflanzliche Plankton der Wolga bei Saratow, in: Biol. Centralbl., Bd. XXII, p. 61, 1902.
10. WESENBERG-LUND, C. Studier over de danske Söers Plankton, Bd. 1, p. 68, 69, 1904.
11. LEVANDER, K. M., Zur Kenntnis der Rhizosolenien Finlands, in: Meddels. Soc. pr. Fauna et Flora Fennica, H. 30, p. 112—117, tab. 1, 1904.
12. WEST, W., u. G. S., A further contribution to the freshwater plankton of the Scottish lochs, in: Trans. Royal Soc. of Edinburgh, Vol. XLI, part III, p. 519, tab. 6, Fig. 23, 1905.

13. Dies, A comperative study of the plankton on some Irish lakes, in: Trans. of the Royal Irish Akad., Vol. XXXIII, part B., p. 109, tab. 11, Fig. 5—7, 1906.
14. Ostenfeld, C. H., u. Wesenberg-Lund, C., A regular fortnightly exploration of the plankton of the two Islandic lakes, Thingvallavatn and Myvatn, in: Proc. Royal Soc. of Edinburgh, Sess. 1904—1905, Vol. XXV, part XII, p. 1119—1125, tab. 2, Fig. 1—5, 1906.
15. West, G. S., The algae of the Yan Yean reservoir, in: Linnean Soc. Journ. Bot., p. 77, Vol. XXXIX, Fig. 10, 1909.
16. Bachmann, H., Vergleichende Studien über das Phytoplankton von Seen Schottlands u. der Schweiz, in: Archiv f. Hydrobiol., Bd. III, p. 74, Fig. 10, 1909.
17. Balachonzew, E. N., Phytobiologie des Ladogasees (Russisch), p. 372 u. 387, 1910.
18. Woloszinska, J., Über die Variabilität des Phytoplanktons der polnischen Teiche I, in: Bull. de l'acad. d. scienc. Cracovie. Mathém. et natur., p. 311—313, 1911.

Erklärung der Tafel XXIX.

Fig. 1—6, 10 u. 12 sind mit einem Abbeschen Zeichenapparate gezeichnet und 625fach vergrößert, Fig. 7 u. 11 nach Ortenfeld, Fig. 8 nach W. u. G. S. West, Fig. 9 nach G. S. West und Fig. 12 nach Levander kopiert.

Fig. 1. *Rhizosolenia victoriae* n. sp. Breite, robuste Form, konserviert mit Zellinhalt.
Fig. 2. Eine schmalere Form in Teilung, Haematoxylinfärbung.
Fig. 3. Auseinanderweichen der durch Teilung entstandenen Tochterzellen, wie 2.
Fig. 4. Junge Zelle nach der Teilung, wie 2.
Fig. 5 u. 6. Individuen, auf den Objektträger aufgetrocknet, die Zwischenbänder und die Calyptra zeigend.
Fig. 7. *Rhizosolenia morsa* W. u. G. S. West aus Island.
Fig. 8. Dieselbe aus Schottland.
Fig. 9. Dieselbe aus Australien.
Fig. 10. *Rhizosolenia eriensis*, H. L. Smith aus dem Wilhelminenhüttenteiche b. Tillowitz in Oberschlesien auf dem Objektträger aufgetrocknet.
Fig. 11. *Rhizosolenia stagnalis* Zach. aus Island.
Fig. 12. *Rhizosolenia longiseta* Zach. aus dem Teiche des Botanischen Gartens in Breslau, auf dem Objektträger aufgetrocknet.
Fig. 13. *Rhizosolenia minima* Levander aus Finland.

97. M. Tswett: Über Reicherts Fluoreszenz-Mikroskop und einigen damit angestellten Beobachtungen über Chlorophyll und Cyanophyll.

(Eingegangen am 27. Dezember 1911.)

Das Chlorophyll besitzt bekanntlich eine zweifache rote Fluoreszenz, welche von den Chlorophyllinen α und β herrührt. Es ist ein leichtes, diese Fluoreszenz mittels meines Luminoskopes, selbst in verschwindend dünnen Lösungen[1]), nachzuweisen.

Eine viel schwierigere Aufgabe ist es, die Lumineszenz des Chlorophylls oder anderer Chromophylle in natürlichem Zustande, d. h. in Chromatophoren aufzudecken, geschweige auszumessen. Diese Lumineszenz wurde von STOKES vor 60 Jahren mittels der von ihm ersonnenen Methode des derivierten Spektrums entdeckt[2]). Auf den Blattflächen wurde mittels eines Prismas und einer zylindrischen Linse ein intensives lineales Spektrum entworfen und durch ein zweites Prisma betrachtet, dessen brechende Kante parallel der Spektrumlänge orientiert war. Das von den Blattflächen diffus zurückgeworfene Licht und das durch einfallendes, absorbiertes an derselben Stelle erregte Fluoreszenzlicht werden somit durch das zweite Prisma getrennt.

Dieser STOKESschen Methode bedienten sich auch mit Erfolg N. MÜLLER[3]) und REINKE[4]). SIMMLER[5]) beleuchtete das enthäutete Blatt mit spektralem blauem Lichte und betrachtete durch ein rotes Glas. Eine analoge Versuchtanstellung finden wir bei HAGEN-

1) TSWETT, Z. für physik. Ch., **36**, 450 (1901). Als Beleg für die Empfindlichkeit des Luminoskops sei dem früher Gegebenen folgendes beigefügt. Das Methylphaeophorbid a, ein reines schön krystallisiertes Chlorophyllinderivat, welches Herr WILLSTÄTTER in liebenswürdigster Weise mir zur Verfügung stellte, läßt sich in meinen Apparaten noch in einer Konzentration von $^1/_{100\,000\,000}$ deutlich nachweisen, wenn man als Lichtquelle die GREILsche Lampe (Vorrichtung „Dymacherus" des ZEISSschen Kataloges „Mikro 264") benutzt.

2) STOKES, Philosph. Transaction, **1852**, I, S. 463.

3) MÜLLER, Botan. Untersuchungen, 5 (1876)

4) REINKE, Diese Berichte 2, 265 (1884).

5) SIMMLER, Pogg. Annalen, **115**, 603 (1862).

BACH[1]), welcher das Blatt mit Hilfe eines cuproammoniakalischen Lichtfilters beleuchtete und mit einem Spektroskop untersuchte. Es gelang ihm, in dieser Weise die Natur des Fluoreszenzlichtes zu bestimmen: ein einziges Band, dessen Anfang bei $\lambda = 700\,\mu\mu$, dessen Maximum bei 688 und dessen Ende bis 670 lag.

Die Fluoreszenz einzelner Chloroplasten versuchte ENGELMANN nachzuweisen[2]), indem er dieselben von oben beleuchtete und mittels Mikrospektroskopes betrachtete. Das Resultat war aber ein negatives; offenbar war die Beimischung des ins Objektiv hinüber diffus reflektierten Lichtes zu groß.

Ein bedeutender technischer Fortschritt liegt in REICHERTs Fluoreszenz-Mikroskop[3]) vor, mit welchem ich soeben einige orientierende Versuche anzustellen in der Lage war, und welcher die durch Strahlen hoher Brechbarkeit im mikroskopischen Körper erregte Lumineszenz in bequemster Weise zu beobachten gestattet. Das Licht einer besonderen, an ultravioletten Strahlen reichen Bogenlampe wird von einer Quarzlinse gesammelt und durch ein flüssiges Lichtfilter gesandt, welche nur Strahlen von $\lambda < 450$ passieren läßt. Der Lichtkegel fällt dann auf einen an der Stelle des ABBEschen Kondensors angepaßten Quarzkondensor mit Dunkelfeldblende und gelangt zu dem auf einer Quarz- oder Uviolglasplatte liegenden Objekt, dasselbe zum Selbstleuchten erregend. Das mikroskopische Objekt bildet sich nun in eigenem Lichte auf dunklem Grunde ab.

Ein herrliches Bild erblickt man, wenn man *Spirogyra*-, *Oscillaria*-, *Helodea*-Blätter im Fluoreszenzmikroskop betrachtet. Chloroplasten oder Protoplasten (*Oscillaria*) leuchten in glühendem Carmoisinrot, von schwachbläulichen Zellwandungen umsäumt. Ein in den Tubus gebrachtes ABBEsches Spektralokular erlaubt, ohne Mühe die Brechbarkeit des Fluoreszenzlichtes zu bestimmen. Bei *Spirogyra* sp. und *Helodea* sah ich ein doppeltes rotes Band

$$\lambda = \mathbf{685 - 670} \text{ und } \lambda = 660 - 650.$$

Das zweite, offenbar vom Chlorophyllin β herrührende ist sehr schwach; seine relative Helligkeit würde wahrscheinlich größer erscheinen, wenn zur Erregung der Fluoreszenz das gesamte Spektrum oder wenigstens die Strahlen $\lambda < 500$ gelangen könnten. Die Hauptabsorption des Chlorophyllins α liegt in ätherischer

1) HAGENBACH, Pogg. Annalen, Jubelband (1874), S. 303.
2) ENGELMANN, PFLÜGERs Archiv, **32**, 80 (1883).
3) K. REICHERT, Physikal. Zeitschrift, 1911, S. 1010.

Lösung bei λ 438 — 426[1]), im Chloroplasten bei λ 445 (Band VI des Blattspektrums), also im Bereiche der im Fluoreszenz-Mikroskop verwendeten Strahlen. Das Hauptabsorptionsband des Chlorophyllins β dagegen liegt in ätherischer Lösung bei λ 462 — 448, im Blatt oder bei *Spirogyra* auf der Linie F (Band V des Chlorophyllspektrums); es kann somit im Wellenzuge der verwendeten Lichtquelle nicht mittönen. Das von mir beobachtete *Oscillaria*-Klümpchen fluoreszierte in etwas höher temperiertem Rot, nämlich λ 670 — 630. Es sind hier wasserlösliche Komponenten des Farbstoffes beteiligt.

Mit Spannung muß man auf das von REICHERT versprochene Phosphoreszenz-Mikroskop warten. Es wird die Frage bequem zu lösen gestatten, ob das Chlorophyll im natürlichen Zustande wirklich phosphoresziert, d. h. dauernde, nicht momentan erlöschende Lumineszenz besitzt, eine Frage, welche nach der von mir aufgestellten Hypothese für das Verständnis der photosynthetischen Kohlensäure-Assimilation von hoher Bedeutung sein kann[2]).

1) TSWETT, Diese Ber. **25**, 137, 388 (1907). Eine hübsche Bestätigung dieser Angaben findet sich in WILLSTÄTTERs neuester Publikation (LIEBIGs Annalen **385**, 156 (1911).

2) TSWETT, Eine Hypothese über den Mechanismus der photosynthetischen Energieübertragung. Z. f. physik. Ch **76**, 413 (1911).

S. Jackerial.

Bericht

über die

am 7. August in Danzig abgehaltene

achtundzwanzigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Wie in den letzten Jahren, tagten gleichzeitig mit unserer Gesellschaft die „Vereinigung für angewandte Botanik“ und die „Freie Vereinigung der systematischen Botaniker und Pflanzengeographen“. Ein gemeinsames Programm der drei Gesellschaften war den Mitgliedern rechtzeitig zugegangen, und die Einladung zur Generalversammlung satzungsgemäß in den „Berichten“ zum Abdruck gelangt.

In die Präsenzliste hatten sich folgende Herren eingetragen:

APPEL-Berlin.
BEHRENS-Berlin.
BITTER-Bremen.
BRICK-Hamburg.
BUBÁK-Tabor.
CONWENTZ-Berlin.
DINGLER-Aschaffenburg.
ENGLER-Berlin.
FISCHER-Berlin.
GASSNER-Hamburg.
JAHN-Berlin.
KUMM-Danzig.
LUERSSEN-Danzig.
MAURIZIO-Lemberg.
MÜCKE-Berlin.
MÜLLER-Augustenberg.
NAUMANN-Dresden.
PALLADIN-St. Petersburg.
PILGER-Berlin.
REINHARDT-Berlin.
SCHANDER-Bromberg.
SCHIKORRA-Bromberg.
SONNTAG-Danzig.
THOST-Berlin.
TISCHLER-Heidelberg.
VOIGT-Hamburg.
WÄCHTER-Berlin.

Als Gäste nahmen an den Verhandlungen teil die Herren:

BERNEGAU-Berlin, BREDEMANN-Cassel-Harleshausen, PLAUT-Halle a. S. und RÜGGEBERG-Bromberg.

Um 9 Uhr 15 Minuten eröffnete Herr CONWENTZ als Stellvertreter des Präsidenten, der am Erscheinen verhindert war, die

Sitzung im großen Saale der Naturforschenden Gesellschaft. Herr CONWENTZ begrüßte die Anwesenden mit einer Ansprache, in welcher er die westpreussischen Botaniker der Vergangenheit würdigte (siehe Anlage I, Seite (6)). Sodann gab er einen zusammenfassenden Bericht über den gegenwärtigen Stand der Gesellschaft und bemerkte, daß die Zahl der Mitglieder in ständigem Wachsen begriffen (zurzeit 563), und daß die Vermögenslage günstig sei. Im übrigen verweist er auf den Bericht des Schatzmeisters.

Herr APPEL bittet, die Verlesung des Kassenberichtes bis nach Erledigung der Anträge zu verschieben, da der Voranschlag für das Jahr 1911 mit einem derselben in Beziehung steht.

Da sich kein Widerspruch erhebt, verliest der stellvertretende Präsident nunmehr die Namen der seit der letzten Generalversammlung verstorbenen Mitglieder:

JULIUS KÜHN-Halle a. S.,	gest.	am	14. April 1910,
O. v. SEEMEN-Berlin,	„	„	23. Juli 1910,
Graf ARNIM-SCHLAGENTHIN-Nassenheide,	„	„	20. Aug. 1910,
MELCHIOR TREUB-St. Rafael,	„	„	3. Okt. 1910,
F. HEYDRICH-Wiesbaden,	„	„	7. März 1911,
BENGT JÖNSSON-Lund,	„	„	8. März 1911,
M. GÜRKE-Berlin,	„	„	8. März 1911,
E. ZACHARIAS-Hamburg,	„	„	23. März 1911.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen. Ein Nachruf auf MELCHIOR TREUB ist bereits erschienen, weitere Nachrufe werden folgen.

Als nächster Punkt der Tagesordnung kamen die bereits in Heft 5 der „Berichte“ abgedruckten Anträge zur Besprechung und Abstimmung.

1. Der Antrag des Vorstandes, 300 M. für die DOHRN-Stiftung in Neapel zu bewilligen, wird einstimmig angenommen.

2. Antrag CONWENTZ-ENGLER. Zu korrespondierenden Mitgliedern der Gesellschaft werden gewählt die Herren:

Prof. Dr. GUNNAR ANDERSSON in Djursholm b. Stockholm,
Prof. F. W. OLIVER in Chelsea (England),
Dr. D. H. SCOTT in Hants (England),
Prof. Dr. WENT in Utrecht,
Prof. Dr. LECOMTE in Paris,
Prof. A. C. SEWARD in Cambridge (England),
Prof. Dr. MANGIN in Paris,
Prof. Dr. C. REICHE in Mexiko.

3. Über den Antrag APPEL und Genossen, Mittel für Denkmäler von GOTTLIEB KOELREUTER und CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL zu bewilligen, entspinnt sich eine lebhafte Diskussion, an der sich die Herren APPEL, BEHRENS, BITTER, CONWENTZ, DINGLER, ENGLER, FISCHER, JAHN, REINHARDT, THOST und TISCHLER beteiligen. Das Ergebnis war zunächst eine Ablehnung des Antrages in seiner vorliegenden Form. Auf Anregung des Herrn DINGLER wird beschlossen, den Antragstellern anheimzugeben, ihren Antrag im nächsten Jahre in etwas veränderter Form wieder einzubringen. Im Laufe der Diskussion wurde nämlich von den Herren CONWENTZ und ENGLER angeregt, zunächst eine private Sammlung zur Aufbringung der Mittel einzuleiten und an die Gesellschaft einen Antrag nur auf Beihilfe zu stellen. Dieser Vorschlag fand allgemeine Billigung, wurde aber nicht zur Abstimmung gebracht, da nicht alle Antragsteller anwesend waren. Durch die Annahme des DINGLERschen Antrages war die Angelegenheit also vorläufig erledigt. Eine während der Sitzung in Umlauf gesetzte Zeichnungsliste zeigte, daß der erwähnte Vorschlag der Herren CONWENTZ und ENGLER auf fruchtbaren Boden gefallen war, so daß sich Herr ENGLER bereit erklärte, von Berlin aus für die Sammlung weiterzuwirken.

Nunmehr verlas der Schatzmeister, Herr APPEL, die Rechnungsablage für 1910 und den Voranschlag für 1911 (s. Anlage II. S. (16)). In den Voranschlag wurde zum ersten Male eine Summe zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten eingestellt, wovon die Mitglieder bereits durch die Veröffentlichung in Heft 8 der „Berichte" Kenntnis erhalten haben. — Da zu den Ausführungen des Schatzmeisters das Wort nicht gewünscht wurde, dankte Herr CONWENTZ im Namen der Gesellschaft dem Schatzmeister für seine Bemühungen und erteilte ihm Entlastung.

Hierauf erstattete Herr NAUMANN einen kurzen Bericht über die Tätigkeit der Ortsgruppe Dresden-Tharandt und bemerkte, daß auch im letzten Jahre die Mitglieder zu regelmäßigen Sitzungen zusammengekommen seien.

Als nächster Punkt stand auf der Tagesordnung: wissenschaftliche Mitteilungen. Da aber nur ein Vortrag des Herrn DINGLER angemeldet war, wurde vorher über Zeit und Ort der nächsten Generalversammlung beraten. Es wurde beschlossen, der Einladung des Herrn Prof. OLTMANNS Folge zu leisten und wieder gleichzeitig mit den beiden anderen Gesellschaften zu Pfingsten in Freiburg i. B. zu tagen. Der genaue Zeitpunkt soll den Mitgliedern später bekanntgegeben werden.

Im Anschluß hieran wurde auf Anregung des Herrn VOIGT-Hamburg die Frage diskutiert, ob es sich nicht empfehlen würde, nur alle zwei Jahre eine Generalversammlung abzuhalten. Herr BITTER-Bremen hob hervor, daß ein derartiger Beschluß gegen die Satzungen verstieße, ebenso wandte sich Herr BITTER gegen einen Vorschlag des Herrn ENGLER, die Generalversammlung abwechselnd alle zwei Jahre in Berlin und alle zwei Jahre außerhalb Berlins abzuhalten. Zum Schluß stellte Herr ENGLER den Antrag, daß der Vorstand ersucht werden solle, seinem Vorschlag näher zu treten. Der Antrag wird angenommen.

Damit war der geschäftliche Teil der Sitzung erledigt, und Herr REINHARDT als Vorsitzender des Berliner Vorstandes dankte Herrn CONWENTZ für seinen einleitenden Vortrag und die Leitung der Versammlung.

Darauf gab Herr DINGLER-Aschaffenburg ein kurzes Referat über seine z. T. bereits anderwärts[1]) veröffentlichten Beobachtungen über die Periodizität europäischer Laubbäume in den Tropen unter Demonstration getrockneten Frühlings- und Herbstmaterials von in der Gebirgsregion Ceylons erwachsenen europäischen Wald- und Obstbäumen. 21jährige Stieleichen (*Quercus pedunculata*), welche aus europäischen Eicheln in Kakgala erwachsen sind und gut gediehen, haben ihre europäische Periodizität bis zu einem gewissen Grade bewahrt, nur tritt zu der frühjahrlichen Ausschlagsperiode eine zweite, herbstliche hinzu. Die Bäume sind gewissermaßen doppelt oder zweifach sommergrün geworden. Die Blätter leben nicht oder kaum länger als in Mitteleuropa. Die jedesmalige Ausschlagsperiode ist aber bedeutend verlängert, bis zu drei Monaten, und zwar treiben nicht nur die einzelnen Individuen zu verschiedenen Zeiten aus, sondern auch die Äste und Zweige eines und desselben Baumes. Letzteres Verhalten hatte bereits SCHIMPER beobachtet. Einzelne Individuen stehen kurze Zeit — wenige Wochen — im Herbst oder im Frühling kahl oder fast kahl. Sehr ähnlich verhält sich *Q. Cerris*, nur stehen die 14jährigen, ebenfalls aus europäischen Eicheln gezogenen Pflanzen nie blattlos. Der Austrieb erfolgt regelmäßiger, und die Lebensdauer der Blätter ist eine etwas längere. — Die übrigen Hölzer schließen sich, soweit festgestellt werden konnte, in ihrem Verhalten zumeist mehr oder weniger nahe an das Verhalten der Eichen an, scheinen aber z. T., wenigstens Buche und Birke (vielleicht unter dem Einfluß

[1]) „Über Periodizität sommergrüner Bäume Mitteleuropas im Gebirgsklima Ceylons" in Sitz. Ber. Münchn. Akad., math.-phys. Kl. p. 217—247.

der das ganze Jahr über ununterbrochen wirkenden Lebensreize auf ihre zu starre Organisation) zu leiden.

Da keine weiteren Mitteilungen vorlagen, schloß Herr CONWENTZ die Sitzung mit einem Dank an die Naturforschende Gesellschaft, die uns ihre Räume zur Verfügung gestellt hatte, und an die Danziger Zeitung, die Gelegenheit genommen hatte, die Botaniker in der alten Stadt Danzig zu begrüßen. Ferner dankte Herr CONWENTZ dem unbekannten Spender eines geschmackvollen, an die Anwesenden verteilten Emailleabzeichens, dem Magistrat der Stadt Danzig und dem Verkehrsverein für Ost- und Westpreußen für ihre Führer durch die Stadt und Umgegend. Ein besonderer Dank gebühre Herrn Professor KUMM für seine rührige Tätigkeit, der wir es zuzuschreiben hätten, daß wir in so kurzer Zeit viele Sehenswürdigkeiten Danzigs und seiner Umgebung kennen lernen konnten.

Schließlich schlug Herr CONWENTZ vor, dem Senior der Danziger Botaniker, Herrn Professor Dr. BAIL ein Begrüßungstelegramm zu senden, was allgemeinen Beifall fand.

Nach der Sitzung hatten die Teilnehmer der Versammlung Gelegenheit zur Besichtigung der mikroskopischen Demonstration von Herrn PLAUT-Halle a. S. Es waren Präparate zur Entwicklungsgeschichte der Metacutisierung der Wurzelspitze von *Taxus baccata*, *Podocarpus* und *Alnus* ausgestellt. Außerdem hatte Herr Prof. KUMM die Teilnehmer an der Sitzung eingeladen, unter seiner Führung die Sammlungen des Westpreußischen Provinzialmuseums zu besichtigen.

Am Nachmittag nahmen die meisten Herren an einem Ausflug nach Hela und Zoppot teil, und viele Mitglieder benutzten die Gelegenheit, auch an den folgenden Tagen auf den Exkursionen der Systematiker die weitere Umgebung Danzigs kennen zu lernen.

H. CONWENTZ,
z. Z. Stellvertreter des Präsidenten.

W. WÄCHTER,
Schriftführer.

Anlage I.

Westpreußische Botaniker der Vergangenheit.

Begrüßungsrede

gehalten bei der XXVIII. Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Danzig am 7. August 1911

von

H. Conwentz.

Meine Herren,

Es gereicht mir zur besonderen Freude, Sie in Danzig begrüßen zu können, und ich rufe Ihnen auch seitens der Stadt, in welcher ich bis vor kurzem ansässig war, ein herzliches Willkommen zu. Als vor Jahresfrist bekannt wurde, daß die Deutsche Botanische Gesellschaft zusammen mit der Freien Vereinigung der systematischen Botaniker und Pflanzengeographen, sowie der Vereinigung für angewandte Botanik ihre diesjährige Hauptversammlung hier abhalten wolle, fand die Nachricht lebhaften Beifall in den gebildeten Kreisen Danzigs, welche unseren Bestrebungen warmes Interesse und volles Verständnis entgegenbringen. Bei längerem Aufenthalt hier würden Sie wahrnehmen können, daß die bisher zu wenig besuchte Provinz nicht arm an Naturdenkmälern ist, und daß diese hier noch nicht in dem Maße beeinträchtigt sind wie in anderen Teilen des Vaterlandes. Ebenso reich ist Westpreußen auch an Baudenkmälern, die weit in seine Geschichte zurückreichen und anderen Denkmälern im Westen und Süden ebenbürtig an die Seite gestellt werden können. Die Kultur überhaupt ist hier fast ebenso alt wie dort, wennschon sie erst erheblich später zu höherer Entwickelung gelangte. Vielleicht interessiert es gerade in diesem Kreise, daß die Kultur der östlichen Provinzen mit dem Vorkommen eines pflanzlichen Produktes aufs engste verknüpft ist. Der Bernstein der Ostsee lenkte schon vor Jahrtausenden die Aufmerksamkeit der Völker des Mittelmeergebietes auf sich, und diese brachten Erzeugnisse ihrer Kunst hierher, um sie gegen Bernstein einzutauschen, der zu allen Zeiten dem Menschen als Schmuck gedient hat. Wenn daher einmal eine Geschichte des Bernsteins geschrieben werden sollte, würde sie auch einen guten Teil der ältesten Kulturgeschichte dieses Landes bilden.

Da die Deutsche Botanische Gesellschaft und die anderen botanischen Vereinigungen zum erstenmal im Osten tagen, und da viele von Ihnen überhaupt zum erstenmal hier weilen, sei es mir

gestattet, Sie durch eine kurze Würdigung der Botaniker dieser Provinz in die Geschichte ihres naturwissenschaftlichen Lebens einzuführen. Dabei spreche ich dem Direktor des Königlichen Staatsarchivs, Herrn Geheimen Archivrat Dr. BAER und dem Stadtbibliothekar Herrn Professor Dr. GÜNTHER in Danzig für einschlägige Auskünfte meinen verbindlichen Dank aus.

Bald nachdem im 16. Jahrhundert die Begründer der wissenschaftlichen Pflanzenkunde die Botanik aus ihrem Schlummer erweckt hatten, wurde auch eine Aufzählung der preußischen Pflanzen begonnen. JOH. WIGAND, der letzte Bischof von Pomesanien, hatte in den Jahren 1583—84 mehrere Abhandlungen über naturwissenschaftliche Gegenstände seiner Heimat geschrieben, die nach seinem Tode, in einem kleinen Band vereinigt, 1590 veröffentlicht wurden. Dieses Buch enthält u. a. Abschnitte über die in Preußen, vornehmlich bei seinem Wohnsitz Liebemühl wild wachsenden Kräuter, über die in Wäldern und Äckern vorkommenden Pflanzen, sowie über Bäume und Sträucher. Der Wert dieser Veröffentlichung ist allerdings nicht hoch anzuschlagen, da WIGAND die Namen des DIOSKORIDES auf hiesige Pflanzen angewandt und infolgedessen die Mehrzahl derselben unrichtig bestimmt hat. Hingegen beschäftigte sich NIKOLAUS OELHAFEN (1604—43), der einer bekannten Danziger Familie entstammte und hier Arzt und Professor war, eingehend mit der heimatlichen Pflanzenwelt. Er lieferte eine brauchbare Lokalflora[1]) und kann mit Recht als der erste preußische Florist bezeichnet werden. Es ist auch heute nicht ohne Interesse, zu lesen, was er im Vorwort über die Geistesrichtung damaliger Zeit schreibt. Man interessiere sich nur für Fremdes, was mit vielen Kosten aus fernen Ländern herbeigeschafft sei und vernachlässige dabei die Erzeugnisse des eigenen Landes. Er aber hege nicht so undankbare Gefühle gegen die Heimat und wisse sehr wohl, neben den ausländischen auch die inländischen Pflanzen zu schätzen. Daher habe er zur Ehre des Vaterlandes und zum Nutzen der Botaniker ein Verzeichnis der vaterländischen Pflanzen zusammengestellt; Botanikern werde es ein leichtes sein, Ergänzungen hinzuzufügen. Es enthält 310 Arten, darunter auch *Pirus torminalis* und *Trapa natans*, welche beide heute aus der Danziger Flora, *Trapa natans* überhaupt aus der westpreußischen Flora verschwunden sind. OELHAFEN hat das Verdienst, durch seine Veröffentlichung besonders anregend gewirkt zu haben, was

1) OELHAFEN, N., Elenchus plantarum circa nobile Borussorum Dantiscum sua sponte nascentium, 1643.

sich auch in dem baldigen Erscheinen eines von CHRISTIAN MENZEL ausgeführten Supplements äußerte.

Später war man bestrebt, die gesamte west- und ostpreußische Flora zu bearbeiten. JOH. LÖSEL (1607—55) gab 1654 die erste Flora der Art heraus, welche 761 Pflanzen enthielt.

JAKOB BREYN (1637—97), Sohn eines vermögenden Danziger Kaufmanns, studierte auswärts und widmete sich dann hier besonders botanischen Studien. Eine Professur in Leiden lehnte er ab, um in der Vaterstadt in zurückgezogener Muße seiner Wissenschaft leben zu können. Wiewohl er sich hauptsächlich mit exotischen Pflanzen beschäftigte, werden in seinem Hauptwerk[1]) auch hiesige Pflanzen angeführt und abgebildet; beispielsweise von Kryptogamen: *Botrychium Lunaria*, *rutaceum* und *rutaefolium*, welche bis jetzt der Danziger Flora erhalten geblieben sind. Er beabsichtigte auch, ein Viridarium Prussiae occidentalis Cassubiaeque zu verfassen, wurde jedoch durch seinen wechselnden Gesundheitszustand an der Ausführung behindert. Sein Sohn JOH. BREYN widmete sich gleichfalls botanischen Studien und sammelte in der Umgebung von Danzig Gräser, welche teilweise in SCHEUCHZERs Agrostographia aufgenommen sind.

TH. KLEIN (1685—1759), welcher Stadtsekretär, d. h. nach heutigen Begriffen Stadtrat in Danzig war, beschäftigte sich im allgemeinen mit Naturwissenschaften, besonders mit Botanik. Er legte 1718 auf Langarten einen botanischen Garten und in einem besonderen Hause reichhaltige Sammlungen an. Dazu gehörte auch eine Bernsteinsammlung, welche er später nach Dresden verkaufte, wo sie durch den Brand des Zwingers 1849 zerstört wurde. Sein Herbarium schenkte er der Naturforschenden Gesellschaft und das Naturalienkabinett veräußerte er 1740 an den Markgrafen in Bayreuth. Später beschäftigte er sich vorwiegend mit Zoologie und auch mit Geologie. Er war ein sehr angesehener Gelehrter, und als Friedrich der Große zur Huldigung nach Königsberg reiste, logierte er in Danzig bei KLEIN. LINNÉ benannte ihm zu Ehren die Gattung *Kleinia*.

GOTTFRIED REYGER (1704—88) war nach einer langen Pause der erste, welcher sich wieder mit der Lokalflora dieser Stadt beschäftigte. Er hatte in Halle die Rechte studiert und mehrere Reisen ins Ausland unternommen. Nach Danzig zurückgekehrt, lebte er frei von Berufsgeschäften und füllte seine Zeit mit wissen-

1) BREYN, JAC. Exoticarum aliarumque minus cognitarum plantarum, centuria prima. Gedani 1678.

schaftlichen, namentlich botanischen Studien aus. Er legte in Ohra einen Garten (später Höhnes Garten) an, in welchem er fremde Pflanzen kultivierte. Seine Flora von Danzig[1]) hat mehr als eine lokale Bedeutung, denn sie ist eine der ersten Floren in Deutschland, welche in Anordnung und Bezeichnung der Pflanzen dem von LINNÉ gegebenen Beispiel folgt. Bei den meisten Pflanzen sind auch die deutschen Namen, wenigstens die in Preußen gebräuchlichen, genannt. REYGER hat übrigens nicht alle Pflanzen selbst gefunden, sondern viele auf die Autorität früherer Forscher wie OELHAFEN, MENZEL und BREYN angeführt. Daher ist mancher in jenen Werken enthaltener Fehler mit in REYGERs Buch übergegangen. Später besorgte er eine deutsche Ausgabe[2]), um das Buch weiteren Kreisen zugänglich zu machen. REYGER stand in hohem Ansehen und hielt vor der Naturforschenden Gesellschaft eine Reihe von Vorlesungen. In der Vorlesung „über den Einfluß der Witterung auf die einheimischen Pflanzen" am 7. Oktober 1767 zeichnete er in Deutschland wohl als Erster die Blütezeit von etwa 300 Pflanzenarten auf. Allerdings folgte er auch darin LINNÉ, welcher schon früher an seinem Wohnsitz Hammarby bei Upsala einen Blütenkalender aufgestellt hatte. Als Zeit des Aufblühens verzeichnete REYGER u. a.: 4. April *Corylus*, *Alnus*; 8. April *Viola*; 9. April *Hepatica*; 11. April *Populus tremula*; 21. April Marienblume; 26. April *Ficaria* usw.

DANIEL GRALATH (1708—67), ein Danziger Patriziersohn, hatte in Halle und Marburg die Rechte studiert und sich gleichzeitig mit Physik und Mathematik beschäftigt. Er brachte auch einige Zeit in Frankreich zu, wohin damals jeder gelehrte Danziger gekommen sein mußte, und kehrte dann in seine Vaterstadt zurück, um als Privatmann den Wissenschaften zu leben. Später in verschiedene Ämter berufen, wurde er Ratsherr und Bürgermeister dieser Stadt. Er betätigte sich nicht auf botanischem Gebiete, jedoch nahm er im allgemeinen eine führende Stellung im wissenschaftlichen wie im öffentlichen Leben Danzigs ein. So regte er auch 1742 die Gründung der Naturforschenden Gesellschaft an, welche bis heute eine sehr rührige und erfolgreiche Wirksamkeit entfaltet. Erst nach einer Reihe von Jahren ließ er sich dazu bewegen, den Vorsitz zu übernehmen, den er nur ein Jahr lang behielt. Bezeichnend für ihn ist das Thema seiner Antrittsrede: „Über die Beteiligung der Herren, welche in Danzig das Regiment

1) REYGER, G., Tentamen florae gedanensis methodo sexuali accomodatae, Dantisci 1764. II, 1766.

2) REYGER, G., Die um Danzig wild wachsenden Pflanzen, 1768.

geführt haben, an wissenschaftlichen Bestrebungen." Er beschäftigte sich vornehmlich mit dem Studium der Elektrizität und veröffentlichte darüber mehrere Abhandlungen in den Schriften der Gesellschaft. Daneben führte er zoologische und andere Untersuchungen aus und wurde bei allen Arbeiten von seiner Gattin, einer Tochter TH. KLEINS, unterstützt, welche besonders schön zeichnete. Ein Denkmal, das er sich selbst geschaffen hat, ist die nach Langfuhr führende Doppelallee aus Linden. Von ihm rührt nicht nur die Idee zu dieser prächtigen Anlage her, vielmehr brachte er auch die dazu erforderliche Summe von mehr als 100 000 Gulden durch freiwillige Beiträge unter den Bürgern auf. Sie ist 2 km lang, wie auch die Doppelallee von Hannover nach Herrenhausen, die aber einen weniger günstigen Eindruck macht.

VON WOLF (1724—1784) lebte als praktischer Arzt in Danzig und beschäftigte sich nebenher besonders mit Astronomie. Er vermachte sein für damalige Zeit nicht unbeträchtliches Vermögen der Naturforschenden Gesellschaft mit der Bestimmung, eine Sternwarte einzurichten und einen Astronomen anzustellen. Auch widmete er sich der Botanik und versuchte, eine von LINNÉ abweichende Nomenklatur einzuführen, bei welcher im Namen die Haupteigenschaften der Pflanzen ausgedrückt werden sollten[1]), jedoch hat dieses System nirgend Eingang gefunden. Sein umfangreiches Herbarium, das aus 40 Konvoluten bestand, schenkte er gleichfalls der Naturforschenden Gesellschaft.

JOH. CH. AYCKE (1766—1854) war der Sohn eines wohlhabenden Danziger Kaufherrn und hatte in Paris Naturwissenschaften studiert. Nach Rückkehr übernahm er die väterliche Weinhandlung, welche unter derselben Firma noch heute besteht, und widmete sich daneben wissenschaftlichen Studien. Sein Buch über den Bernstein[2]) ist noch jetzt beachtenswert. Er führt darin z. B. aus, daß nicht alle fossilen Hölzer, welche im Bernstein vorkommen, Überreste der eigentlichen Bernsteinbäume sind. Nur die ringsum mit einer Bernsteinlage bekleideten Stücke könnten die beste Aufklärung geben. Er fertigte, nach NICHOLS Vorgang, zuerst Dünnschliffe des Bernsteinholzes an und untersuchte sie bei 100facher Vergrößerung. Dabei kam er zu der Ansicht, daß eine oder mehrere *Pinus*-Arten, vielleicht in erkranktem Zustand, in ihrem Innern den Bernstein erzeugt hätten. Weiter erkannte er

1) VON WOLF, Genera et species plantarum vocabulis characteristicis definita. Marienwerder 1781.

2) AYCKE, JOH. CH., Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835.

zuerst, daß mit Bernstein zusammen auch andere, wesentlich abweichende Harze vorkommen.

JOHANN EICHHORN (1718—1790), der beste Kenner der Infusorien vor EHRENBERG, war Diakonus an der hiesigen Katharinenkirche. Seine trefflich ausgestattete Schrift[1]) gründete sich vornehmlich auf Beobachtungen in dem erst neuerdings eingegangenen Stadtgraben und anderen Gewässern der Umgebung Danzigs.

G. C. BERENDT (1790—1850) lebte als viel beschäftigter Arzt in Danzig und war lange Zeit Vorsitzender der Naturforschenden Gesellschaft. Eine kleine Bernsteinsammlung seines Vaters, sowie die Anregung seiner Universitätslehrer SCHWEIGGER und WREDE in Königsberg lenkten auch seine Aufmerksamkeit auf den Bernstein und dessen Pflanzen- und Tiereinschlüsse. Er legte selbst eine Bernsteinsammlung an, welche 4216 Stücke enthielt und die größte damaliger Zeit war. Alle Gelehrten, welche hierher kamen, besichtigten die Sammlung, auch König Friedrich Wilhelm ließ sie sich zeigen. Im Verein mit anderen unterzog BERENDT die Einschlüsse einer wissenschaftlichen Bearbeitung und gab darüber eine umfangreiche Publikation heraus[2]). Nach seinem Tode wurde die Sammlung vom Geologisch-Palaeontologischen Museum in Berlin erworben.

E. F. KLINSMANN (1794—1865), gleichfalls Arzt in Danzig, war lange Zeit Sekretär der Naturforschenden Gesellschaft und Konservator der botanischen Sammlungen. Er beschäftigte sich eingehend mit der weiteren Erforschung der Phanerogamen- und Kryptogamenflora und veröffentlichte darüber mehrere Schriften[3]). Sein Herbarium fiel der Naturforschenden Gesellschaft, später dem Provinzialmuseum in Danzig zu.

A. MENGE (1808—1880), zuerst Oberlehrer in Graudenz und dann in Danzig, betätigte sich auf mehreren Gebieten einheimischer Forschung. Im Jahre 1839 veröffentlichte er einen „Catalogus plantarum phanerogamicarum regionis Grudentinensis et Gedanensis", welcher nur geringen Wert besaß und daher von ihm wieder eingezogen wurde. MENGE war hauptsächlich Zoolog, und sein Hauptwerk ist die reich illustrierte Monographie preußischer Spinnen. Außerdem interessierte ihn der Bernstein, und er brachte

1) EICHHORN, Beiträge zur Naturgeschichte der kleinsten Wassertiere in den Gewässern um Danzig. Mit 9 Kupfertafeln. Danzig 1755.

2) BERENDT, Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. Mit vielen Tafeln. Berlin 1845.

3) KLINSMANN, E. F. Novitia atque defectus florae Gedanensis. Danzig 1843. — Beiträge zu einer Kryptogamenflora Danzigs. Königsberg 1863.

eine sehr bedeutende Sammlung tierischer und pflanzlicher Einschlüsse zusammen, welche dem hiesigen Provinzialmuseum bei seiner Begründung 1880 als Morgengabe zufiel. Sie enthält zahlreiche Unica, darunter z. B. die vorzüglich erhaltenen Blüten von *Cinnamomum prototypum*, *Pentaphylax Oliveri* u. a. sowie die Nadel von *Picea Engleri*, durchweg wichtige Leitfossile der Bernsteinzeit. Vornehmlich auf Grund der MENGEschen Sammlung veröffentlichte H. R. GÖPPERT mit ihm zusammen: „Die Flora des Bernsteins. I. Band: Coniferen. Danzig 1883," welche, wie so mancher andere Beitrag zur Landeskunde, von der Naturforschenden Gesellschaft, mit Unterstützung der Provinz Westpreußen herausgegeben wurde.

C. J. VON KLINGGRAEFF (1809—1879), welcher in Königsberg studiert und in der medizinischen Fakultät promoviert hatte, ließ sich erst als Arzt in Marienwerder nieder und übernahm später das seiner Gattin durch Erbschaft zugefallene Gut Paleschken im Kreise Stuhm, Westpreußen. Dort lebte er dem Studium der Floristik und Pflanzengeographie und führte auch botanische Reisen im engeren und weiteren aus. Er war damals der beste Kenner der Blütenpflanzen beider Provinzen, und seine 1848 erschienene „Flora von Preußen" (d. i. West- und Ostpreußen) mit den Nachträgen von 1854 und 1866 sind noch heute von besonderem Wert. Der zweite Nachtrag behandelt ausführlich die Vegetationsverhältnisse der damaligen Provinz Preußen und enthält aus der Umgegend Danzigs allein 944 Blütenpflanzen. Zusammen mit einigen anderen Pflanzenfreunden gründete er eine freie Vereinigung der Freunde der Flora Preußens, welche alljährlich zu Pfingsten in Elbing zusammentrat, damit persönliche Beziehungen der Mitglieder gepflegt und die von ihnen in der Provinz gemachten botanischen Beobachtungen ausgetauscht werden konnten. Seine Studien gingen auch über das Gebiet der Heimat hinaus und zeitigten die Schrift „Zur Pflanzengeographie des nördlichen und arktischen Europas", welche 1878 in zweiter Auflage erschien. Sein umfangreiches Herbarium, welches alle Belegstücke zu seinen floristischen Arbeiten enthält, wurde nach dem Tode für das Westpreußische Provinzialmuseum erworben.

H. VON KLINGGRAEFF (1820—1902) behandelte zwar in seiner Doktordissertation einen zoologischen Gegenstand, wandte sich jedoch später, gleich seinem älteren Bruder, der Flora Westpreußens und der Nachbargebiete zu. Er widmete sich dem Studium der Gefäßkryptogamen und Moose und publizierte 1858 eine Arbeit über die „Höheren Kryptogamen Preußens", worin 280 Leber- und Laubmoose beschrieben werden. Im Jahre 1893

veröffentlichte er eine zusammenfassende Schrift „Die Leber- und Laubmoose West- und Ostpreußens", welche 482 Arten von Laub- und Lebermoosen enthält. Ferner untersuchte er die gesamte Flora in mehreren Teilen der Provinz und berichtete darüber ausführlich in den Schriften des Botanisch-Zoologischen Vereins, dessen Vorsitz er bis an sein Lebensende führte. Schon früher hatte er den „Versuch einer topographischen Flora der Provinz Westpreußen" herausgegeben. Wiewohl diese Arbeit, infolge des beschleunigten Druckes als Festschrift zur Naturforscherversammlung in Danzig 1880, an zahlreichen Setzfehlern leidet, ist sie immerhin als erster Versuch einer westpreußischen Flora bemerkenswert. Auch sein Herbarium wurde vom Westpreußischen Provinzialmuseum angekauft.

A. OHLERT (1816—1875), der ausgezeichnete Lichenolog, war Regierungs- und Schulrat in Danzig. Er veröffentlichte auf gründlichen Studien beruhende Arbeiten über die west- und ostpreußischen Flechten. Seine umfangreiche Sammlung wurde vom Botanischen Garten der Universität Königsberg erworben.

ROB. CASPARY (1818—87) kam 1859 als Professor der Botanik nach Königsberg, seiner Vaterstadt. Er widmete sich vornehmlich der Erforschung der Pflanzenwelt beider Provinzen und suchte sie mit allen Mitteln zu fördern. Auf seine Anregung wandelte sich die Vereinigung der Freunde der Flora Preußens 1862 in den Preußischen Botanischen Verein um, dessen Vorsitzender er wurde und geblieben ist. Er strebte eine möglichst große Mitgliederzahl an, um ansehnliche Beträge für die Zwecke des Vereins zu gewinnen. Schon bei der Gründung wies er auf den großen Wert finanzieller Mittel für botanische Vereine hin, und es ist auch heute nicht ohne Interesse, seine Ausführungen zu hören: „Kommt eine Gabe zur andern, die ein kleines Kapital machen, und ein Jahr zum andern, welches Zins und Zinseszinsen bringt, und zuletzt werden wir bei zweckmäßigem Zusammenhalten und wirtschaftlicher Benutzung dessen, was wir sparen, diejenigen Mittel besitzen, welche uns gedeihliche botanische Arbeiten in bestimmter Richtung und so tief und gründlich, als Menschenkraft gehen kann, gestatten werden. Und erleben wir es nicht mehr, sollen wir so selbstisch sein, uns dadurch von solchem Streben abschrecken zu lassen? Werden unsere Nachkommen uns nicht danken, daß sie ernten, wo wir gesät haben. Wie vortrefflich wäre es gewesen, wenn z. B. die Stifter der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie und ihre Nachfolger nur 1000 Taler als unangreifbares Kapital angelegt hätten, mit der Bestimmung,

daß es durch Zinseszinsen vermehrt werden sollte, bis es eine Million betrüge und 50 000 Taler jährliche Einkünfte da wären. Mit 50 000 Taler jährlich ließe sich dann in Botanik, Zoologie und Mineralogie Beträchtliches erreichen. In hohen Ehren würden wir das Andenken derer halten, welche die Stifter solchen Vermächtnisses waren, und die Kaiserliche Akademie würde nicht darauf angewiesen sein, von den mit gegenseitiger Eifersucht von einigen Staaten ihr dargebotenen Gnadengaben ein unsicheres und zweifelhaftes Dasein zu führen. Es ist unweise, daß ein Verein seine Einnahme jährlich ganz verbraucht, nichts spart und sich so der Vergrößerung seiner Mittel beraubt. Zwar ist es unabwendbar von einem Verein, daß er einige Ausgaben hat, aber es scheint zur Deckung der notwendigsten Bedürfnisse genügend, daß höchstens die Hälfte der jährlichen Einnahme zur Verfügung steht; die andere kann dann zu einem unantastbaren Kapital, das sich durch Zinseszinsen mehrt, zusammengelegt werden. Monographien, welche die einzelnen Zweige des botanischen Stoffs unserer Gegend in gründlichster Weise behandeln, scheinen mir die geeignetste Art, die Kenntnis der Pflanzen unserer Flora und die Botanik überhaupt zu fördern. Eine Bearbeitung der Morphologie, Anatomie, Physiologie, Chemie, Physik, Verbreitung, Geschichte usw. der Pflanzen unserer Gegend bietet viele Tausende von Aufgaben, die planmäßig ins Auge zu fassen sind und Beschäftigung für unabsehbare Generationen bieten."

Hiernach hat es CASPARY vortrefflich verstanden, einen erheblichen Teil der Vereinseinnahmen andauernd zu kapitalisieren und somit beträchtliche Mittel für die Zukunft anzusammeln. Jüngere Botaniker wurden in einzelne Teile des Gebietes entsandt, wozu er bestimmte Vorschriften und spezielle Arbeitspläne entwarf. Die Jahresberichte des Vereins enthalten alle Berichte CASPARYs und seiner Sendboten, meist in Tagebuchform, wodurch die Benutzung sehr erschwert wird. Leider ist er nicht dazu gekommen, die reichen Ergebnisse dieser Untersuchungen, die sich durch einen Zeitraum von etwa 25 Jahren hinziehen, zusammenfassend zu veröffentlichen. Nur in einer Gelegenheitsschrift von 1863 (Festgabe für die XXIV. Versammlung deutscher Land- und Forstwirte zu Königsberg) findet sich von ihm eine Uebersicht der Flora von Preussen. Er widmete sich ferner der Untersuchung der in beiden Provinzen vorkommenden fossilen Hölzer, sowie der Pflanzenreste im Bernstein. Auch hierüber liegt eine monographische Arbeit von ihm nicht vor, vielmehr wurde sie erst nach seinem Tode in die Wege geleitet und teilweise veröffentlicht.

OTTO HELM (1826—1902), Apothekenbesitzer und Stadtrat in Danzig, sammelte in der Umgegend seltene Pflanzen und Insekten. Ferner beschäftigte er sich eingehend mit der chemischen und physikalischen Untersuchung des Bernsteins und bernsteinähnlicher Harze aus dem hiesigen Gebiet und anderen Teilen der Erde. Er veröffentlichte darüber zahlreiche Abhandlungen, welche grundlegend für weitere Forschungen sind. In Anbetracht dieser und anderer wissenschaftlicher Arbeiten verlieh ihm die Philosophische Fakultät der Universität Königsberg 1899 den Doktorgrad h. c. Im Laufe der Jahre hatte er eine sehr umfangreiche und wertvolle Bernsteinsammlung zusammengebracht, die auch seltene Pflanzenreste (*Stephanostemon Helmi* usw.) enthält. Diese wie die anderen Sammlungen überwies er laut Testament als Geschenk dem Westpreußischen Provinzialmuseum.

Wiewohl in dieser Skizze nur der Botaniker der Vergangenheit gedacht werden soll, darf eines Mannes nicht vergessen werden, dessen Wirksamkeit schon vor fünfzig Jahren hier begann und der zu unserer Freude noch in körperlicher und geistiger Frische unter uns weilt. Jahrzehnte hindurch hat TH. BAIL als Lehrer und Forscher in dieser Stadt verdienstvoll gewirkt. Selbst erfolgreich tätig in der weiteren Erforschung der Pflanzenwelt, hat er besonders anregend auf zahlreiche Schüler und weitere Kreise Einfluß ausgeübt. Länger als 30 Jahre führte er den Vorsitz in der Naturforschenden Gesellschaft und begründete bei der Hundertjahrfeier ALEXANDER VON HUMBOLDTs die botanischen und anderen Schausammlungen, welche später in das Provinzialmuseum übergingen. Seiner Anregung ist es ferner zu danken, daß bald nach der Trennung beider Provinzen ein Westpreußischer Botanisch-Zoologischer Verein erstand, welcher bis in die Gegenwart eine erfolgreiche Tätigkeit entfaltet und nicht wenig dazu beigetragen hat, die Pflanzen- und Tierwelt dieser Provinz näher kennen zu lernen.

Alles in allem ergibt sich, daß in dieser Stadt und Provinz schon von alters her reges Interesse für botanische Arbeiten bestanden hat. Möge die gegenwärtige Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der mit ihr verbundenen botanischen Vereinigungen von neuem anregend und befruchtend einwirken.

Anlage II.

Rechnungsablage für das Jahr 1910.

			M.	Pf	M.	Pf
Vermögen am 1. Januar 1910			10 341	13		
Einnahmen:						
Mitgliederbeiträge.						
(Zu zahlen sind für 1910:						
531 Mitglieder à 20 M. . . . . =		10 620 M.				
davon vorausbezahlt . .	194,91 M.					
„ 1910 bezahlt . .	10 400,09 „					
„ 1911 „ . .	25,— „	10 620 „ w.v.)				
Gezahlt wurden 1910:						
für 1910: a) Beiträge . .	10 400,09 M.					
b) Mehrzahlungen	27,78 „					
„ frühere Jahre . . .	195,— „					
„ spätere Jahre . . .	134,10 „	10 756,97 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent		544,15 „				
Gewinnanteil an Band XXVII . . .		472,50 „	11 773	62	22 114	75
Ausgaben:						
Band XXVIII der Berichte:						
Gebr. BORNTRAEGER, Berlin (547 Exemplare) . .			4 918	07		
Formulare und Drucksachen			472	08		
Honorare			1 650	—		
Ehrungen			13	01		
Porto:						
für Berichte		865,75 M.				
für Schriftwechsel		166,39 „	1 032	14		
Sonstiges			314	81	8 400	11
Vermögen am 31. Dezember 1910					13 714	64
Es haben betragen						
die Einnahmen aus den Beiträgen			10 756	97		
die Ausgaben			8 400	11		
so daß diese Einnahmen um . . . . . höher sind als die Ausgaben.			2 356	86		
Bei 531 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 20,26 M. Einnahme, 15,82 M. Ausgabe.						

		M.	Pf	M.	Pf.
Voranschlag für 1911.					
Vermögen am 1. Januar 1911		13 714	64		
Einnahmen:					
Beiträge 540 à 20 M.	10 800,— M.				
Zinsen	554,46 „				
Gewinn	480,90 „	11 835	36	25 550	—
Ausgaben:					
Berichte		6 000	—		
Formulare und Drucksachen		500	—		
Honorare		1 800	—		
Ehrungen		200	—		
Porto		1 200	—		
Wissenschaftliche Förderung		800	—		
Sonstiges		500	—	11 000	—
Vermögen am 31. Dezember 1911				14 550	—

Der Schatzmeister: O. Appel.

Revidiert und richtig befunden.

G. Volkens. G. Lindau.

Dahlem, den 16. Juni 1911.

Nachrufe.

Bengt Jönsson.

Von

BENGT LIDFORSS.

BENGT JÖNSSON wurde am 6. Oktober 1849 in Kattarp in nordwestlichem Schonen geboren. Als Sohn eines wohlhabenden Landwirts bekam er seinen ersten Unterricht in der heimatlichen Volksschule, bezog später das Gymnasium in Helsingborg und machte im Juni 1870 das Abiturientenexamen; im September desselben Jahres wurde er an der Universität Lund immatrikuliert. Seine Universitätsstudien betrieb er mit Fleiß und Ausdauer, aber — nach der damals in Schweden herrschenden Sitte — in einem ziemlich langsamen Tempo: das Kandidatexamen absolvierte er im Jahre 1874, das Licentiatexamen 1878, die Doktorarbeit verteidigte er 1880, also nach einer zehnjährigen, aber ausschließlich an der Universität Lund verbrachten Studienzeit. Unmittelbar nach seiner Doktordisputation habilitierte er sich, einer Aufforderung seines Lehrers ARESCHOUG Folge leistend, als Privatdozent für Botanik in Lund. In dieser Stellung verblieb er neunzehn Jahre, bis er schließlich 1899 zum Extraordinarius in Lund und 1902 zum ordentlichen Professor für Anatomie und Physiologie der Pflanzen ernannt wurde. Als er im vergangenen Frühling — am 8. März — ganz unerwartet verschied, hatte er also erst neun Jahre in seiner Stellung als Ordinarius gewirkt.

Die wissenschaftliche Tätigkeit JÖNSSONs liegt fast ausschließlich auf dem Gebiete der Anatomie und der Physiologie; außerdem hat er einen großen, vielleicht sogar den größten Teil seiner Zeit und Arbeitskraft der angewandten Botanik gewidmet, und zwar teils als Gründer und Leiter einer der ersten schwedischen Samen-

kontrollanstalten, teils als Lehrer am landwirtschaftlichen Institut in Alnarp, ferner als Verfasser einer ganzen Reihe von Schriften, die sich auf dem Gebiete der angewandten Botanik bewegen, schließlich noch als Direktionsmitglied des bekannten Svalöver Unternehmens usw.

Obwohl die Studienjahre JÖNSSONs zum größten Teil in die Zeit fallen, wo der als Algologe sehr gefeierte, sonst wohl ziemlich überschätzte J. G. AGARDH als Professor der Botanik in Lund wirkte, hat AGARDH, der übrigens in den siebziger Jahren als Reichstagsabgeordneter das halbe Jahr von Lund abwesend war, offenbar einen ziemlich geringen Einfluß auf den wissenschaftlichen Werdegang JÖNSSONs gehabt; sein Lehrer im eigentlichen Sinne war vielmehr FREDRIK ARESCHOUG, der damals eine bescheidene Stelle als Adjunkt für Botanik bekleidete, bald darauf (1879) als Nachfolger von AGARDH zum Ordinarius ernannt wurde. JÖNSSONs Doktorarbeit, die ihm auch als Habilitationsschrift diente, ist denn auch auf Anregung ARESCHOUGs und unter seiner Leitung entstanden; es ist eine sehr gewissenhafte, vorwiegend deskriptiv gehaltene Abhandlung über die Blattanatomie der Proteaceen; ökologische Gesichtspunkte, die der Verfasser von ARESCHOUG übernommen hatte, fehlen allerdings auch nicht.

Vor seiner Habilitation hatte JÖNSSON als Inhaber des BATTRAMschen Reisestipendiums und auf Anraten ARESCHOUGS einen einjährigen Studienaufenthalt in Deutschland durchgemacht. Sein Besuch galt in erster Linie der Forstakademie in Tharandt, wo er unter NOBBEs Leitung mit den dort gepflegten Arbeiten, und ganz besonders mit der Samenkontrolle vertraut wurde. Dann ging er nach Jena, um bei STRASBURGER, dessen Arbeiten über Befruchtung und Zellteilung einen starken Eindruck auf ARESCHOUG und seine Schüler gemacht hatte, in diese neue Forschungsrichtung eingeweiht zu werden. Unter STRASBURGERs Leitung begann JÖNSSON auch eine Arbeit über die Entwickelung des Embryosacks, die er aber erst nach seiner Rückkehr nach Schweden zum definitiven Abschluß brachte. Von den wissenschaftlichen Arbeiten JÖNSSONs ist diese ohne Zweifel die wertvollste; abgesehen davon, daß die ganze Untersuchung mit dem Rasiermesser an Alkoholmaterial ausgeführt wurde und infolgedessen rein technisch eine bewunderungswerte Leistung darstellt, enthält die Arbeit in bezug auf die Entwickelung des Embryosacks eine ganze Reihe wichtiger Angaben, die sich später, wo sie nachgeprüft wurden, immer als richtig herausgestellt haben. So hat z. B. LAGERBERG in seinen sorgfältigen, mit allen Hilfsmitteln

der modernen Technik ausgeführten Untersuchungen über die Cytologie der *Adoxa* die Angabe JÖNSSONs, daß bei dieser Pflanze der Embryosack direkt — ohne irgend welche Zellteilungen — aus der Archesporzelle entsteht, vollkommen bestätigt. Einen solchen Entstehungsmodus des Embryosacks, der zu jener Zeit völlig unbekannt war, konnte JÖNSSON auch für zwei andere Pflanzen (*Piper blandum* und *Peperomia reniformis*) konstatieren. Leider wurde diese hübsche Arbeit in schwedischer Sprache veröffentlicht und ist infolgedessen von späteren Forschern übersehen resp. ignoriert worden, so z. B. von EICHINGER, der gerade in bezug auf die Entstehung des Embryosacks bei Adoxa zu unrichtigen Vorstellungen, die bei Kenntnis der JÖNSSONschen Arbeit sicher hätten vermieden werden können, gekommen ist.

Die Lehrjahre in Deutschland waren indessen für JÖNSSON mit dem Aufenthalt in Tharandt und Jena nicht abgeschlossen. Als Inhaber eines Reichsstaatsstipendiums machte er im Jahre 1883 wieder eine längere Studienreise nach Deutschland; diesmal arbeitete er teils in DE BARYs Institut, wo er seine Aufmerksamkeit vorwiegend den Myxomyceten zuwendete, teils bei FRANK, in dessen Laboratorium er seine Untersuchungen über den Einfluß strömenden Wassers auf die Wachstumsrichtung von Pflanzen und Pflanzenteilen begann. Über die Myxomyceten hat JÖNSSON, obwohl diese merkwürdigen Gewächse immer sein Interesse fesselten, nichts publiziert; über seine bei FRANK begonnene Untersuchung erschien im ersten Band dieser Berichte eine vorläufige Mitteilung, worin die bekannten Grunderscheinungen des Rheotropismus dargestellt werden; die ausführliche Arbeit, die JÖNSSON damals in Aussicht stellte, brachte er selbst nie fertig; erst zwölf Jahre später erschien aus der Hand seines Schülers BERG eine ausführliche Arbeit über den Rheotropismus der Wurzeln.

Bei einem so arbeitsfrohen Mann wie JÖNSSON mußte es auffallen, daß er eine Entdeckung wie die des Rheotropismus in so vielen Jahren brachliegen ließ. Teilweise beruhte dies offenbar darauf, daß ein großer Teil seiner Arbeitskraft, besonders seit der Gründung der von ihm geleiteten Samenkontrollanstalt, durch praktische Arbeiten absorbiert wurde; allein der tiefere Grund lag wohl in den schlechten Institutsverhältnissen, die damals auch den bescheidensten Ansprüchen eines Pflanzenphysiologen Hohn sprachen. Erst seitdem es ARESCHOUGs Energie gelungen war, ein neues Institut mit pflanzenphysiologischen Laboratorien zu errichten (1892), schien für JÖNSSON eine bessere Zeit zu dämmern; inzwischen hatte er aber in den langen Jahren, wo er durch äußere

Umstände am Arbeiten verhindert war, mehr und mehr die Fühlung mit seinem eigentlichen Lieblingsstudium verloren, und die pflanzenphysiologischen Arbeiten, die er später veröffentlicht hat, sind nicht besonders zahlreich und weder durch Gedankeninhalt oder Technik besonders bedeutungsvoll. Die größte von diesen Arbeiten ist eine Untersuchung über den Fettgehalt der Moose; weder die angewendete Methode — alles was von dem Ätherextrakt nach Verdunsten des Äthers zurückbleibt, wird als Fett gewogen —, noch das Hauptresultat: das die Fette bei den Moosen mit den Kohlehydraten physiologisch gleichwertig sind, dürfte einen besonderen Fortschritt bezeichnen. Methodisch einwurfsfreier sind vielleicht einige kleinere Arbeiten über die Respiration der Moose, über die Assimilation in verschiedenen Meerestiefen, über innere Blutung usw.; ziemlich anfechtbar dagegen der Versuch JÖNSSONS, den Chlorophyllgehalt auf colorimetrischem Wege im Alkoholextrakt quantitativ zu bestimmen, obwohl die Resultate gerade dieser Untersuchung von gewisser Seite mit einer etwas befremdenden Begeisterung aufgenommen wurden.

Sein Hauptinteresse, insofern dies sich auf dem wissenschaftlichen Boden betätigte, widmete JÖNSSON in den letzten zwanzig Jahren seines Lebens der Pflanzenanatomie. Auf diesem Gebiete hat er, abgesehen von seinen schönen Untersuchungen über den Embryosack und über den Blattbau der Proteaceen, eine ganze Reihe von Arbeiten, die allgemeine Anerkennung gefunden, veröffentlicht: so über siebähnliche Poren in den trachealen Xylemelementen der Phanerogamen, über das Dickenwachstum der Orobanchearten, über die Anatomie des Laubblattes, über das Dickenwachstum der Rhodophyceen, über Bau und Entwicklung des Thallus bei den Desmarestieen usw. Alle diese Arbeiten zeichnen sich durch umsichtige und genaue Wiedergabe der tatsächlichen Verhältnisse aus. Das nämliche gilt auch von der letzten anatomischen Arbeit JÖNSSONs, die sich mit der Anatomie der Wüstenpflanzen beschäftigt, und in welcher er sehr bemerkenswerte Angaben über den von ihm entdeckten „Schleimkork" liefert. Leider macht sich in dieser Arbeit eine übertrieben teleologische Betrachtungsweise gar zu breit, so daß die scharfe Kritik, die VOLKENs seinerzeit an dieser Arbeit geübt hat, leider nur allzu berechtigt sein dürfte.

Außer den bisher erwähnten Untersuchungen, die sich hauptsächlich auf dem Gebiete der Anatomie und Physiologie bewegen, hat JÖNSSON in anderen Arbeiten auch biologische Fragen gestreift, so in seiner Jugendarbeit über die Befruchtung bei *Najas* und *Callitriche* und in seiner 1902 veröffentlichten Abhandlung über

die ersten Entwicklungsstadien der Keimpflanzen bei den Succulenten.

Neben seinen rein wissenschaftlichen Leistungen hat JÖNSSON auch eine rege Tätigkeit auf dem Gebiete der angewandten Botanik entwickelt. Vom Jahre 1880 bis zu 1902 wirkte er als Leiter der von ihm gegründeten Samenkontrollanstalt in Lund, die unter seinem Regime bald zu einer der größten in Schweden wurde und mit Rücksicht auf die anerkannte Tüchtigkeit des Leiters ein unbedingtes Vertrauen genoß. Über die in der Anstalt benutzten Arbeitsmethoden und die im Laufe der Jahre gewonnenen Erfahrungen hat JÖNSSON auch in mehreren, teilweise deutsch geschriebenen Mitteilungen berichtet. Sein lebhaftes Interesse für angewandte Botanik zeigte sich auch darin, daß er als Ordinarius während mehrerer Semester über Nutzpflanzen las und für das botanische Museum einen ganzen Haufen von kolonialbotanischen Gegenständen zusammenbrachte; die betreffenden Vorlesungen, die im allgemeinen recht populär gehalten sind, erschienen kurz vor seinem Tode in Buchform. — Als Mitglied der Direktionen für die landwirtschaftlichen Anstalten in Svalöv und Alnarp hat JÖNSSON einen nicht zu unterschätzenden und im allgemeinen sicher recht günstigen Einfluß ausgeübt; ebenso hat er sich als Mitglied landwirtschaftlicher Ausstellungskommissionen bei verschiedenen Gelegenheiten durch seinen praktischen Blick und seine zuverlässige Unparteilichkeit erhebliche Verdienste erworben. Die hübschen Laubenanlagen in der Umgegend von Lund, die bei der städtischen Arbeiterbevölkerung große Beliebtheit gewannen und demgemäß auch schon gut gehalten werden, sind in erster Linie auf JÖNSSONs Anregung zustande gekommen.

Als Universitätslehrer war BENGT JÖNSSON wohl keine imponierende, aber eine sehr beliebte Persönlichkeit. Ein Grundzug seines Charakters war ein universales Wohlwollen, das sich leicht zu einer lebhaften persönlichen Sympathie verdichten konnte; alles „Geheimrätliche“ war ihm vollkommen fremd, und obwohl er niemals die Würde seines Lehreramtes vernachlässigte, war er noch als Sechzigjähriger den Studenten gegenüber mehr der ältere Freund und Kommilitone als der strenge Herr Professor. Als Chef des botanischen Instituts suchte er auf jede Weise die Arbeiten jüngerer Kollegen und Schüler zu fördern; sein liebenswürdiges Entgegenkommen in bezug auf alle Wünsche, die bei den begrenzten Mitteln des Instituts überhaupt erfüllt werden konnten, lebt sicher in dankbarer Erinnerung aller derer, die während der letzten zehn Jahre im botanischen Institut zu Lund gearbeitet haben. Das

große Vertrauen seiner Kollegen manifestierte sich recht deutlich, als JÖNSSON vor einigen Jahren zum Rektor der Universität gewählt wurde; diesen Ehrenposten bekleidete er noch, als er im vergangenen Frühling verschied.

Sein Tod kam ganz unerwartet. Allerdings hatte JÖNSSON schon seit Jahren ab und zu über Leibschmerzen und andere kleine Gebrechen geklagt, bei seinem gesunden und rüstigen Aussehen hatte aber niemand solchen Worten seinerseits irgendwelche ernstere Bedeutung beigelegt. Einige Tage vor seinem Tode richtete er an den Verfasser dieses Nachrufes, der damals in Upsala weilte, einen Brief, in dem er u. a. in bewegten Worten erzählte, wie er soeben dem Begräbnis des jungen Botanikers FOLKE PALMS beigewohnt hatte; das Hinscheiden des jungen Studenten, der kurz vorher nach einem bei Professor STAHL in Jena verbrachten Lehrjahre heimgekommen war, und der auf alle den Eindruck einer ungewöhnlich reichen Begabung machte, hatte offenbar JÖNSSON in eine sehr ernste Stimmung versetzt: es fanden sich in seinem Briefe zuletzt einige Worte über die Rätsel des Lebens und des Todes. Drei Tage nachher lag er selbst im Sarge, aufrichtig betrauert nicht nur von seinen Kollegen und Schülern, sondern auch von weiten Kreisen der südschwedischen Bevölkerung, denen sein schlichtes, liebenswürdiges Wesen, sein guter Bürgersinn und seine persönliche Tüchtigkeit Sympathie und Achtung eingeflößt hatten.

Verzeichnis der Veröffentlichungen.

I. Wissenschaftliche Botanik.

1880. Bidrag till kännedomen om bladets anatomiska byggnad hos Proteaceerna. Lunds Univ. Årsskr. XV. 4:0, 49 + 2 s., 3 tafl.

— Om embryosäckens utveckling hos Angiospermerna. Ib. XVI. 4:0, 86 s., 8 tafl.

1881. Ytterligare bidrag til kännedomen om Angiospermernas embryosäckutveckling. Bot. Not., s. 169—187.

1883. Normal förekomst af masurbildningar hos slägtet *Eucalyptus*, Lehr. Ib., s. 117—134.

— Polyembryoni hos *Trifolium pratense* L. Ib., s. 134—137.

— Der richtende Einfluß stömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzenteile (*Rheotropismus*). Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. 1, S. 512—521.

1884. Protoplasmarörelser inom rothåren hos fanerogama växter. Bot. Not., s. 50—54.

— Om befruktningen hos slägtet *Najas* samt hos *Callitriche autumnalis* (m. Zusammenfassung). Lunds Univ. Årsskr. XX. 4:0, 26 s., 1 tafl.

1889. Entstehung schwefelhaltiger Ölkörper in den Mycelfäden von *Penicillium glaucum*. Botan. Centralbl. Bd. 37, S. 201—205, 232—236, 264—268.
— Iakttagelser öfver fruktens sätt att öppna sig hos *Nuphar luteum* Sm. och *Nymphaea alba* L. Bot. Not., s. 49—59.
— Positivt heliotropiska luftrotsfasciationer hos *Aloe brevifolia* Haw. Ib., s. 223—234.

1891. Om brännfläckar på växtblad. Ib., s. 1—62, 2 tafl.
— Beiträge zur Kenntnis des Dickenzuwachses der Rhodophyceen. Lunds Univ. Årsskr. XXVII. 4 : 0, 41 s., 2 tafl.

1892. Inre blödning hos växten (Resumé en français). Bot. Not. s. 225—253.
— Siebähnliche Poren in den trachealen Xylemelementen der Phanerogamen, hauptsächlich der Leguminosen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. X, S. 494—513, 1 tafl.
— Om silporaflagringar i trakésystemet hos Leguminoserna. Forhandl. ved de Skandin. Naturf. Möde 1892, s. 462—466.

1893. Iakttagelser öfver ljusets betydelse för fröns groning (m. Zusammenfassung). Lunds Univ. Årsskr. XXIX. 4 : 0, 47 s.
— Recherches sur la respiration et l'assimilation des Muscinées. Comptes rendus de l'Acad. d. Sciences CXIX. 4 : 0, 440—443.

1894 Studier öfver algparasitism hos *Gunnera* L. Bot. Not., s. 1—20.
— Undersökningar öfver respiration och assimilation hos mossorna. Ib., s. 152—155.

1895. Iakttagelser öfver tillväxten hos *Orobanche*-arter (Resumé en français). Lunds Univ. Årsskr. XXXI. 4 : 0, 23 s., 2 tafl.

1896. Zur Kenntnis des anatomischen Baues des Blattes. Ib. XXXII. 4 : 0, 20 + 3 s., 2 tafl.
— Iakttagelser rörande arsenikens inverkan på groende frön. Kongl. Landtbruks-Akad. Handl. och Tidskr., s. 95—112.

1898. Der Fettgehalt der Moose (tillsammans med E. Olin). Lunds Univ. Årsskr. XXXIV. 4 : 0, 37 + 4 s., 1 tafl.
— Iakttagelser öfver tillväxtriktningen hos mossorna. Ib. XXXIV. 4 : 0, 16 s.

1901. Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung des Thallus bei den Desmarestieen. Ib. XXXVII. 4 : 0, 38 + 4 s., 3 tafl.
— Ytterligare bidrag till kännedomen om masurbildningen hos Myrtaceerna, särskildt hos slägtet *Eucalyptus*, Lehr. (mit deutschem Resumé). Bot. Not., 181—200.

1902. Die ersten Entwicklungsstadien der Keimpflanze bei den Succulenten. Lunds Univ. Årsskr. XXXVIII. 4 : 0, 34 s., 3 tafl.

1902. Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Wüstenpflanzen. Ib. XXXVIII. 4 : 0, 61 s., 5 tafl.
— Färgbestämningar för klorofyllet hos skilda växtformer. Bih. t. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 28, Afd. III, N : 0 8. 30 s., 1 tafl.

1903. Assimilationsversuche bei verschiedenen Meerestiefen. Nyt Magazin f. Naturvidenskab, Bd. 41, s. 1—22, 1 tafl.

1910. Vikariat inom växtriket vid näringsberedning, sedt från anatomisk-biologisk synpunkt. Inbjudningsskrift t. d. högt. hvarmed professorn etc. Nils MARTIN PERSSON-NILSSON kommer att i emb. installeras. Lund 1910. 33 s.

II. Angewandte Botanik.

1881—1903. Årliga berättelser öfver frökontrollanstaltens i Lund verksamhet under åren 1880—1902. Malmöhus läns hushållningssällskaps kvartalsskrift.

1888. Katalog öfver svenska fröutställningen (vid den nordiske Industrie Landbrugs- og Kunstudstilling i Kjöbenhavn), med inledning.

— Uppgifter om Sveriges jordbruk, m. m. i samma utställnings officiella katalog.

1890. Katalog über die Schwedische Ausstellung, mit einer Einleitung. Vid Allgemeine Land- und Forstwirtsch.-Ausstellung in Wien.

1894. Frökontrollens nuvarande ståndpunkt och utveckling inom utlandet, jemte dess förhållande till fröhandeln. K. Landtbruks-Akad. Handl. o. Tidskr.

— Redogörelse för undersökningen af under året inköpta prof af ej kontrollerade, till salu utbjudna frövaror. Malmöhus läns hush.-sällsk. kvartalsskr.

1900. Les stations d'essais de semences. Article dans „La Suède, son peuple et son industrie, exposé historique et statistique", publié par ordre du Gouvernement, redigé par G. Sundbärg (samma på svenska 1900 och på engelska 1904).

1901. Om svenska frökontrollens uppkomst och nuvarande ståndpunkt samt framtid. K Landtbr.-Akad. Handl. o. Tidskr.

1903. Die Arbeitsmethoden der schwedischen Samenkontrolle. I. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Organ für etc. herausgegeben von Fr. Nobbe.

1910. Gagnväxter, särskildt utländska, deras förekomst, egenskaper och användning. Rektors inbjudningsskrifter vid professorsinstallationer vid Lunds universitet under höstterminen 1910. Äfven i illustrerad upplaga, Lund 1910.

III. Exsiccata (zusammen mit L. J. Wahlstedt):

1884. Urval af svenska fodergräs.

1886. Urval af svenska foderbaljväxter.

— Urval af svenska foderväxtfrön, I—II.

Eduard Zacharias.

(Mit Bildnis.)

Von

C. BRICK.

Am Nachmittage des 23. März 1911 durcheilte die Stadt Hamburg die traurige Kunde, daß der Direktor der Hamburgischen Botanischen Staatsinstitute, Professor Dr. EDUARD ZACHARIAS, einer Herzschwäche erlegen sei, die sich sechs Tage nach einer an und für sich glücklich verlaufenen Operation eines beginnenden Darmcarcinoms eingestellt hatte. Im Alter von noch nicht 59 Jahren wurde er aus rastlosem, freudigem Schaffen abberufen. Hatten auch wohl die ihm Näherstehenden in letzter Zeit zuweilen eine gewisse, an ihm sonst ungewohnte Mattigkeit, die er äußerlich allerdings nicht aufkommen lassen wollte, hin und wieder bemerkt, und hatte er im Frühjahr 1910 versucht, durch eine Reise nach dem Süden dieses sich bei ihm fühlbar machende Unbehagen zu heben, so kam doch sein plötzliches Hinscheiden allen unerwartet.

EDUARD ZACHARIAS war am 16. Mai 1852 in Berlin geboren. Einige Jahre später verlegte sein Vater den Wohnsitz nach Hamburg, der Heimatstadt der für Kunst und Wissenschaft begeisterten Mutter. Im elterlichen Hause lernte der Sohn den kaufmännischen Geist und, da der Vater als Mitglied der Hamburgischen Bürgerschaft lange Jahre im öffentlichen Leben gewirkt hat, hamburgisches Wesen kennen; so erwuchs er als echter Hamburger. Er besuchte die Gelehrtenschule des Johanneums (Gymnasium) und bestand am 28. April 1870 die Aufnahmeprüfung zum Akademischen Gymnasium, einer Mittelanstalt zwischen Gymnasium und Universität, an dem er 2 Jahre lang die Vorlesungen der Professoren H. G. REICHENBACH und F. WIBEL hörte und im chemischen Laboratorium arbeitete. Sodann bezog er die Universität und widmete sich in Heidelberg, Tübingen und Straßburg unter Leitung der Professoren HOFMEISTER, HEGELMAIER, DE BARY und FITTIG botanischen und chemischen Studien.

In Straßburg war es besonders DE BARY, der ihn fesselte und bei dem er auch im Jahre 1877 seine Doktordissertation vollendete. Bereits im Jahre 1879 habilitierte er sich dort als

Privatdozent und wurde im Jahre 1882 zum außerordentlichen Professor ernannt; erfolgreich wirkte er als Universitätslehrer und als Forscher auf dem Gebiete der Zellenlehre.

Im Jahre 1883 verheiratete er sich mit OLGA BÜLAU, der Tochter eines bekannten Hamburger Arztes; der Ehe sind 3 Söhne und 4 Töchter entsprossen.

Als einige Jahre nach dem Tode REICHENBACHs die Stelle eines wissenschaftlichen Assistenten am Botanischen Garten zu Hamburg geschaffen wurde, folgte ZACHARIAS im Frühjahre 1894 dem an ihn ergangenen Rufe in seine Heimatstadt. Er wurde mit der Leitung des Gartens beauftragt, zu dessen Direktor er dann im Jahre 1897 ernannt wurde. Nach dem Abgange SADEBECKs im Jahre 1901 wurden auch das Botanische Museum und Laboratorium für Warenkunde seiner Leitung übergeben. Mit der Absicht, eine räumliche Vereinigung der vordem getrennten Anstalten herbeizuführen, machte er im Herbst 1903 eine Reise zur Besichtigung der größeren botanischen Institute Europas, um die gesammelten Erfahrungen für einen Neubau zu verwerten, der als monumentales Gebäude die Hamburgischen Botanischen Staatsinstitute in dem schönen Botanischen Garten aufnehmen sollte und der am 25. Juni 1908 eingeweiht werden konnte.

Die wissenschaftlichen Forschungsarbeiten von ZACHARIAS bezogen sich zumeist auf das Gebiet der Zellenlehre; nur die beiden ersten Arbeiten enthalten anatomische Untersuchungen aus der Gewebelehre, und in den letzten Jahren wandte er sich der Biologie, insbesondere der Blütenbiologie zu.

Mit einer Arbeit über die Anatomie des Stammes der Gattung *Nepenthes*[1]), die seit den 1842 gemachten Angaben von KORTHALS nicht wieder bearbeitet war, erwarb ZACHARIAS im Jahre 1877 in Straßburg, wie bereits erwähnt, die Doktorwürde. Er untersuchte das Internodium nach vollendeter Streckung, das sekundäre Dickenwachstum, die Inhaltsstoffe und die Wurzel dieser eigenartigen Pflanzengattung. Besonders charakteristisch für den Stammbau von *Nepenthes* ist das massenhafte Vorkommen luftführender Spiralfaserzellen, die außer KORTHALS auch schon LINDLEY, ENDLICHER und SCHLEIDEN aufgefallen waren. Sie durchsetzen, wie ZACHARIAS zeigt, in großen zusammenhängenden Zügen den zwischen dem zentralen Gefäßbündelzylinder und der primären Rinde belegenen Spiralfaserring oder sind einzeln dem Mark und der primären Rinde eingestreut. Bemerkenswert sind

1) 32 S., Straßburg 1877.

ferner die einigermaßen an die Monokotylen erinnernden, vielfach untereinander anastomosierenden Gefäßbündel der primären Rinde, die in der Folge als Borke abgeworfen werden, nachdem sich unter der den Spiralfaserring umschließenden Schutzscheide ein Periderm gebildet hat. Aus dem Zellinhalte der dünnwandigen Zellen des Spiralfaserringes und der Markstrahlen läßt Alkohol bei langsamer Einwirkung hellgelb gefärbte, stark lichtbrechende Sphaerokrystalle entstehen.

Eine weitere anatomische Abhandlung über Sekretbehälter mit verkorkten Membranen[1]) bildete die Habilitationsarbeit. Es wurde darin nachgewiesen, daß die Verkorkung der Membranen bei Sekretbehältern eine große Verbreitung besitzt, besonders bei den Behältern mit farblosen bis hellgelben, in Alkohol löslichen ätherischen Ölen, wie z. B. bei *Acorus*, Zingiberaceen, Piperaceen, *Croton*, Laurineen, *Magnolia*, *Canella*, *Asarum*, *Aristolochia*, *Valeriana*, Convolvulaceen u. a., während Schleim- und Rhaphidenschläuche mit verkorkten Wänden nur in den Gattungen *Aloe*, *Mesembryanthemum* und *Hohenbergia* angetroffen werden. Die Membranen der Schleim- und Rhaphidenschläuche von *Aletris fragrans*, *Orchis* und Cacteen sind nicht verkorkt. Öl, Schleim und Rhaphiden treten in den Behältern schon in frühester Jugend der Organe auf. Die Verkorkung erfolgt in den Schleim- und Rhaphidenschläuchen von *Aloe* und *Mesembryanthemum* sowie den langen Sekretbehältern von *Aloe* erst mehr oder weniger spät nach dem Auftreten der Sekrete im zellkernhaltigen Protoplasma.

Die große Reihe nun folgender Forschungen erstreckte sich auf das Gebiet der Zellenlehre, insbesondere auf den Zellkern, das Cytoplasma und auf das Wachstum der Zellwand. In einer kurzen Mitteilung über die Beschaffenheit des Zellkernes[2]), in der zunächst die Angaben von MIESCHER und PLOSZ über die Zusammensetzung tierischer Kerne in den roten Blutkörperchen, in Eiterzellen und von Spermatozoen, namentlich über den durch bestimmte Reaktionen und reichen Phosphorgehalt ausgezeichneten Hauptbestandteil, das Nuclein, besprochen und nachuntersucht wurden, konnte durch mikrochemische Reaktionen, wie Unlöslichkeit in künstlichem Magensaft und verdünnter Salzsäure, Quellung und Verschwinden in Sodalösung u. a., gezeigt werden, daß die Kerne der Epidermiszellen von *Tradescantia virginica* und des Parenchyms von *Ranunculus lingua* ihrer Hauptmasse nach aus

1) Bot. Ztg. 1879, S. 633—644.
2) Bot. Ztg. 1881, S. 170—175.

Nuclein bestehen. Bei der Teilung des Kerns, z. B. in den Pollenmutterzellen der genannten *Tradescantia*, von *Helleborus foetidus* und *Hyacinthus* zeigen die Kernplattenelemente die Reaktionen des Nucleins. In gleicher Weise ergaben Untersuchungen über die Spermatozoiden[1]), die besonders an *Nitella syncarpa*, *Chara aspera*, *Fegatella conica*, *Marsilia*, ferner an den Spermatozoen von *Triton cristatus*, *Salamandra maculata* u. a. vorgenommen wurden, daß die Schraubenbänder bei den Pflanzen und die Spermatozoenköpfe bei den Tieren der Hauptmasse nach aus Nuclein sich zusammensetzen, während die Cilien und Schwänze aus in Pepsin löslichen, in Kochsalz unlöslichen und unquellbaren Eiweißkörpern bestehen. Die Schraubenbänder der Farne und die Köpfe der Stierspermatozoen zeigen eine unlösliche Modifikation des Nucleins. In einer Besprechung zahlreicher Arbeiten über den Zellkern[2]) wurde neben dem löslichen Nuclein MIESCHERs auf schwer lösliche Körper hingewiesen, die von REINKE als Plastin bezeichnet worden waren. An einem besonders günstigen Objekt, den Kernen der Epidermis der Knollen von *Phajus grandifolius*, konnte gezeigt werden, daß die Kerne im wesentlichen aus Nuclein (Chromatin FLEMMINGs nach SCHMITZ) in Gestalt zahlreicher kugliger Körperchen und aus Plastin (Grundmasse nach SCHMITZ) als netzförmige Zwischensubstanz bestehen. Auf der Verteilung und Menge dieser Substanzen beruhen hauptsächlich die Verschiedenheiten der Kerne. Bei der Kernteilung entstehen aus dem Plastinnetz die Spindelfasern, aus den Nucleinkörperchen die Kernplatten, was an Pollenmutterzellen von *Helleborus foetidus*, *Tradescantia virginica* und *Hyacinthus* sowie an Spermatozoidmutterzellen von Characeen untersucht wurde.

Mit den Substanzen des Zellinhaltes beschäftigen sich zwei Arbeiten über Eiweiß, Nuclein und Plastin[3]) und über den Inhalt der Siebröhren von *Cucurbita pepo*[4]). Zum Nachweis der in Alkohol unlöslichen Eiweißstoffe wurde die schon von HARTIG angegebene Fällung dieser Stoffe durch eine angesäuerte Lösung von gelbem Blutlaugensalz benutzt, die nach Auswaschen der Präparate mit 60proz. Alkohol eine blaue Färbung in verdünnter Eisenchloridlösung annimmt. In den Blättern von *Orchis*, *Tradescantia virginica* und *Sambucus nigra* bildet das Plastin einen wesentlichen Bestandteil des Zellprotoplasmas des Kernes und der

1) Bot. Ztg. 1881, Nr. 50 u. 51.
2) Bot. Ztg. 1882, Nr. 37—39.
3) Bot. Ztg. 1883, S. 209—215.
4) Bot. Ztg. 1884, S. 65—73.

Chlorophyllkörner, das Nuclein wurde nur im Kern nachgewiesen; die Eiweißstoffe sind besonders reichlich in den Chlorophyllkörnern und in den Stärkebildnern der Epidermiszellen. Am Schluß der Vegetationsperiode verschwinden aus den Herbstblättern hauptsächlich die Eiweißstoffe, während die Hauptmenge des Plastins im Zellprotoplasma und in den Chlorophyllkornresten zurückbleibt. In einer Erwiderung[1]) gegen LÖW, der glaubte, daß man aus den Angaben von ZACHARIAS den Schluß ziehen könne, das Protoplasma enthielte keine Eiweißkörper, wird darauf aufmerksam gemacht, daß das Protoplasma der untersuchten Zellen im wesentlichen aus Plastin besteht, das sich in seinen Reaktionen, besonders dem Ausbleiben der Blutlaugensalzreaktion, von den Stoffen unterscheidet, die man als Eiweißstoff zu bezeichnen pflegt; es steht den Eiweißkörpern nahe, ist aber von ihnen zu unterscheiden.

Der Inhalt der Siebröhren von *Cucurbita pepo*[2]), der aus Stammquerschnitten kräftiger Pflanzen hervorquillt, besteht aus 1. Eiweißstoffen aus der Gruppe der Fibrine, 2. nicht eiweißartigen organischen Substanzen, von denen sich ein dextrinartiger Körper und stickstoffhaltige organische Verbindungen nachweisen ließen, und 3. anorganischen Salzen, namentlich phosphorsaurem Kali, Magnesia und vielleicht salpetersauren Salzen.

Über den Nucleolus[3]) wurden Untersuchungen angestellt hinsichtlich seiner chemischen Beschaffenheit, hauptsächlich an den inneren Schichten der Fruchtknotenwand von *Galanthus nivalis* und an *Spirogyra* und gezeigt, daß er der Hauptmasse nach aus Eiweißstoffen besteht, außerdem Plastin enthält, aber nicht Nuclein. Sein Verschwinden bei der Kernteilung und das Wiedererscheinen in den Tochterkernen konnte in den wachsenden Rhizoiden der Stammknoten von *Chara* beobachtet werden. In den Sexualzellen z. B. der Antheridien von *Chara, Marchantia* und Farnen verschwinden bei der Ausbildung der Spermatozoiden die Nucleolen in den Kernen der Mutterzellen. Auch in alternden Zellen verschwinden die Nucleolen, so in alten Laubblättern von *Galanthus nivalis* und *Iris*, während in abgefallenen gelben Blättern von *Sambucus nigra* nur eine Verkleinerung des Nucleolus gegenüber den grünen Blättern stattfindet; außer der Verminderung des Eiweißes erfolgt auch eine Abnahme des Plastins, dagegen scheint der Nucleingehalt der Kerne sich nicht zu verändern. Die phy-

1) Bot. Ztg. 1884, S. 390.
2) Bot. Ztg. 1884, S. 65—73.
3) Bot. Ztg. 1885, Nr. 17—19.

siologische Bedeutung des Nucleolus in der Ablagerung von Reservestoffen für den Zellkern zu sehen, wie STRASBURGER, CARNOY und PFITZNER annehmen, erscheint ZACHARIAS nicht begründet zu sein; er sieht ihn mit FLEMMING als ein Organ der Zelle an, dessen Funktionen allerdings unbekannt sind.

Beiträge zur Kenntnis des Zellkerns und der Sexualzellen[1]) behandeln zunächst die unterscheidenden chemischen Eigenschaften und das Verhalten gegen Farbstoffe von Nuclein und Plastin, die in den Zellen nach der Behandlung mit künstlichem Magensaft ungelöst zurückbleiben. Nuclein war von KOSSEL und HOPPE-SEYLER auch aus Hefe dargestellt worden; nun ließ sich Nuclein in den Hefezellen auf mikrochemischem Wege nicht nachweisen, und das Vorkommen eines Kerns war von BRÜCKE und KRASSER bestritten worden, während andere Autoren allerdings einen Kern erkannt hatten. Die vorgenommene Untersuchung zeigte, daß ein Kern vorhanden, jedoch bei Sproßhefezellen und Preßhefezellen verschieden ist, während das Zellprotoplasma bei beiden chemisch sich gleich verhält; die Sproßhefezellen besitzen Kerne, in denen kein Nuclein nachgewiesen werden konnte, während in den Preßhefezellen nucleinhaltige Körper sichtbar zu machen sind, die sich auf Zellkerne zurückführen lassen. Ebenso war für die Phycochromaceen ein Zellkern mit Sicherheit nicht nachgewiesen worden; indes ergab die Untersuchung von *Tolypothrix aegagropila* und *Oscillaria* spec. Zellkerne, während das Zellprotoplasma frei von Körpern mit Nucleinreaktion ist. Die Nucleine, die aus den Dotterkörpern tierischer Eier dargestellt worden sind, unterscheiden sich in ihren Reaktionen von den Kernnucleinen; so zeigen die Verdauungsrückstände der Dotterplättchen des Frosches die Reaktionen des Plastins. In den weißen Dotterelementen des Hühnereies sind allerdings Körper mit Nucleinreaktionen nachzuweisen. Bei den Eiern der Gymnospermen lassen sich die von HOFMEISTER als Keimbläschen bezeichneten Körper mit den Dotterkörpern vergleichen; sie bestehen bei *Pinus silvestris* aus verdaulichen Eiweißstoffen und aus unverdaulichen, jedoch die Eigenschaften des Nucleins nicht besitzenden Substanzen, wie dieses überhaupt im Eiplasma von *Pinus* nicht nachgewiesen werden konnte. Weitere Untersuchungen und Betrachtungen in diesen Beiträgen beziehen sich auf den Zellkern im ruhenden Zustande und in der Teilung sowie auf Veränderungen in seiner stofflichen Beschaffenheit. Der ruhende Kern besteht aus einer hinsichtlich

1) Bot. Ztg. 1887, Nr. 18—24 u. Taf. IV.

ihrer chemischen Beschaffenheit noch ungenügend bekannten Grundmasse, der das durch seinen Gehalt an Nuclein ausgezeichnete Kerngerüst und die aus Eiweiß und Plastin bestehenden Nucleolen eingebettet sind. Wird das Eiweiß aus dem Kern durch Verdauung entfernt und das Nuclein durch Soda gelöst, so bleibt ein aus Plastin bestehendes Netzwerk zurück, das jedenfalls zum größeren Teile dem Kerngerüst entstammt. Zur Untersuchung hierfür wurden Kerne von *Phajus*, Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva* und Endosperm von *Pinus silvestris* benutzt, für die Kernteilung auch noch die Pollenmutterzellen von *Helleborus foetidus*. Ein Eindringen von Stoffen des Zellprotoplasmas in den Kern während der Teilung, um die Spindelfasern zu bilden, ist möglich, ließ sich aber nicht sicher erweisen. Ebenso konnte über die chemisch-physikalischen Vorgänge, welche die beobachteten Veränderungen an alternden und sich teilenden Kernen bedingen, noch nichts ausgesagt werden. Von Sexualzellen wurden die Entwicklung und die Kerne der Spermatozoen von *Pteris serrulata* und die sich im wesentlichen gleich verhaltenden generativen Kerne der Pollenschläuche von *Thujopsis dolabrata*, *Allium cepa*, *Tradescantia virginica*, *Lilium candidum* und *Monotropa hypopitys* sowie die Eier von *Pteris serrulata*, *Marchantia polymorpha*, *Pinus silvestris*, *Thujopsis dolabrata*, *Lilium candidum*, *Monotropa hypopitys*, *Unio* und *Rana* untersucht und die Befunde mit den entsprechenden Beobachtungen anderer Forscher bei Pflanzen und Tieren verglichen. Die Kerne der in Ausbildung begriffenen Spermatozoen besitzen ein nucleinreiches Gerüst, jedoch keinen Nucleolus; nach ihrer Umgestaltung erscheinen sie homogen und bestehen der Hauptmasse nach aus Nuclein. Der Kern der weiblichen Sexualzelle hingegen hat große Nucleolen, es läßt sich Nuclein in ihm nicht nachweisen, wohl aber ein Netzwerk oder Gerüst mit den Reaktionen des Plastins. Bei der Befruchtung wird also der Eizelle Nuclein zugeführt.

Untersuchungen der Pollenmutterzellen von *Hemerocallis flava* und *Tradescantia virginica* und von Epidermiszellen dieser Pflanze sowie an lebenden Wurzelhaaren von *Chara* gaben Anlaß, das Verhältnis des Zellprotoplasmas zum Zellkern während der Kernteilung[1]) und die Kern- und Zellteilung[2]) überhaupt klarzulegen, namentlich das Verhalten des Kernes von der Erreichung des Spindelstadiums bis zur Bildung der Zellplatte. Entgegen der Auffassung von STRASBURGER und BERTHOLD, daß

1) Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 1887, S. LV—LVI.
2) Bot. Ztg. 1888, Nr. 3 u. 4 u. Taf. II.

im Spindelzustande des Kerns Zellprotoplasma in ihn eindringt, so daß nunmehr ein gegen seine Umgebung abgegrenzter Kern nicht mehr existiert, zeigte Zacharias gemäß seinen Beobachtungen, daß der Zellkern bei der Teilung dem Protoplasma gegenüber seine Selbständigkeit nicht aufgibt, das Kerngerüst vollständig in die Tochterkerne übergeht, ein Teil der Grundmasse des Mutterkerns jedoch dem Zellplasma einverleibt wird; ein Austausch von Stoffen zwischen dem in Teilung begriffenen Kern und dem Zellplasma findet statt, ohne daß aber von einem Eindringen des Plasmas gesprochen werden kann. Zur Bildung der Zellplatte wandern die Elemente aus dem umgebenden Zellprotoplasma in den Mutterkernrest ein. — In einem kritischen Referat über Strasburgers Schrift „Kern- und Zellteilung im Pflanzenreiche" (Jena 1888)[1]) wird das Wichtigste aus den einzelnen Kapiteln mitgeteilt, gleichzeitig aber untersucht, inwiefern die Beobachtungen die Schlüsse rechtfertigen und zwar hinsichtlich Kern- und Zellteilung bei *Spirogyra polytaeniata*, Kernfäden, Kernspindel, Abgrenzung des Kernes während der Teilung, Verbindungsfäden und Zellplatte, Nucleolus und Kernfunktion sowie Befruchtung.

Anlaß zu einer literarischen Fehde gab eine kritische Besprechung[2]) der Arbeit von F. Schwarz über die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas (Cohns Beitr. z. Biologie d. Pflanzen 1887), in der auch Angaben von Zacharias in betreff der chemischen Beschaffenheit des Zellkerns in manchen Punkten bemängelt worden waren. Auf eine Antwort von Schwarz (Bot. Ztg. 1887, Nr. 50) erschien dann von Zacharias eine eingehende Erwiderung[3]).

Über Entstehung und Wachstum der Zellhaut[4]) handeln die nächsten Mitteilungen, die Beobachtungen an Wurzelhaaren von *Chara foetida* wiedergeben. Die im Laufe weniger Stunden eintretende beträchtliche Verdickung der Membran der Wurzelhaarspitzen läßt sich am lebenden Objekt verfolgen. An der Innengrenze der Membran erscheint eine Schicht kleiner Körnchen, die sich zu feinen Stäbchen senkrecht zur Membran ordnen und sich durch Verdickung zu einer zusammenhängenden Cellulosemembranschicht vereinigen. Dieser Art der Neubildung entspricht auch die Bildung der Wand bei der Zellteilung von *Chara*-Rhizoiden in

1) Bot. Ztg. 1888, Nr. 28 u. 29, m. 4 Textfig.

2) Bot. Ztg. 1887, Nr. 35.

3) Bot. Ztg. 1888, Nr. 5 u. 6.

4) Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 1888, S. LXIII—LXV. — Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. XX (1889), S. 107—132 u. Taf. VII—IX.

Gestalt eines Stäbchenbaues, was zu Betrachtungen über Dicken- und Flächenwachstum der Zellhaut führt. Die Bildung und das Wachstum der Zellhaut bei *Chara foetida*[1]) gab Anlaß zu weiteren Untersuchungen über das Wachstum der Zellhaut bei Wurzelhaaren[2]). Die Veranlassung zur Entstehung der Verdickungsschichten bildete die Übertragung der mit Wurzelhaaren besetzten, aus den Charenpflanzen herausgeschnittenen Knoten aus den Kulturgefäßen in reines Leitungswasser, das noch keine Charen enthalten hat; der Vorgang des Übertragens selbst, das Herausschneiden der Knoten, Temperaturänderungen, mechanische Reizungen, Veränderungen der Lage zur Schwerkraftrichtung oder Herabsetzung des Turgors sind nicht von Einfluß, es muß das Leitungswasser, in dem die Charenpflanzen kultiviert wurden, durch diese in irgendeiner Weise verändert worden sein. Ähnliche Wandverdickungen entstehen auch, wie schon F. SCHWARZ und WORTMANN angegeben haben, an den Spitzen der Wurzelhaare von *Lepidium sativum*, wenn in feuchter Luft erzogene Keimlinge in Leitungswasser gebracht werden. Das Flächenwachstum der Membran am Scheitel des Haares hört auf, und es entsteht dort eine bei Färbungen, z. B. mit Kongorot, scharf gegen die Primärmembran abgesetzte Verdickungsschicht. Beim Weiterwachsen der Wurzelhaare erscheinen die hinzuwachsenden Teile der Membran farblos, aber ohne scharfe Abgrenzung des farblosen gegen den gefärbten Teil, es zeigt sich vielmehr ein allmählicher Übergang, was auf ein Spitzenwachstum durch Intussuszeption schließen läßt. Bei *Chara* finden sich auch Plasmaeinschlüsse in den Verdickungen. Es wurde ferner beobachtet, daß sich die Lagerung der Glanzkörper mit anderer Neigung der Wurzelhaare ändert, was auf Plasmaveränderungen und Plasmabewegungen zurückgeführt wird.

Über die Zellen der Cyanophyceen[3]) liegen gleichfalls Untersuchungen von ZACHARIAS vor. Der Zellinhalt dieser Algen wurde von manchen Autoren als gleichmäßig gefärbte Plasmamasse angesehen und das Vorkommen von Zellkern und Chromatophoren geleugnet, während nach anderen Angaben solche in einzelnen Fällen erkannt worden waren und ZACHARIAS selbst früher schon Gerüste mit Nucleinreaktionen im Zentrum der Zellen von *Tolypothrix* und *Oscillaria* wahrgenommen hatte. Die Wiederaufnahme der Untersuchungen von diesen Gattungen und von *Cylindro-*

1) Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 1890, S. 56—59.

2) Flora 1891, S. 446—491 u. Taf. XVI—XVII.

3) Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 1889, S. (31)—(34). — Bot. Ztg. 1890, Nr. 1—5 u. Taf. I.

sporium, *Nostoc* und *Scytonema* ergab, daß sich unterscheiden läßt ein zentraler, farbloser Teil von gerüstartiger oder granulierter Struktur, aus Plastin und meist auch Kernnuclein bestehend, und ein peripherisches, gefärbtes, homogenes, aus Plastin bestehendes Protoplasma, das meist mehr oder weniger reich an rundlichen Körnern ist, die in verdünnter Salzsäure rasch verquellen. Im Zentralteil mancher Zellen wurden Körper vom Aussehen und von der Reaktion der Nucleolen beobachtet. Der Nucleingehalt des Zentralteils und ebenso die Körner des peripheren Plasmas können jedoch durch die Art der Kultur, Licht und Wärme beeinflußt werden. Im Gegensatz zu seiner früheren Auffassung erscheint es ZACHARIAS daher zweifelhaft, ob die Zentralsubstanz der Cyanophyceen dem Kernnuclein anderer Organismen an die Seite zu stellen ist; jedenfalls unterscheidet sie sich erheblich von den Zellkernen anderer Organismen. Eine weitere Erörterung erfahren diese Fragen noch in einer Besprechung[1]) über VALERIAN DEINEGAs Schrift „Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen" (Bull. Soc. Imp. d. Nat. Moscou 1891) und in zwei Referaten über die Zellen der Cyanophyceen. Im ersten Referat[2]) werden die Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen von HIERONYMUS (COHNs Beiträge z. Biol. d. Pfl. 1892) und ZUKALs Arbeit über den Zellinhalt der Schizophyten (Sitzgsb. Akad. d. Wiss. Wien 1892) besprochen und im zweiten Referat[3]) auf eine Erwiderung von HIERONYMUS (Bot. Ztg. 1893, Nr. 5) geantwortet.

Weitere Bemerkungen über das Verhalten von Kernen finden sich in Referaten über GUIGNARDs Schriften[4]) über die Befruchtung (Ann. d. Sc. nat. Bot. 1890 u. 1891) und über FARMERs Untersuchungen über Zell- und Kernteilung (Ann. of Bot. 1894)[5]). Auch auf der Versammlung der British Association im Jahre 1894 trug ZACHARIAS über die Funktionen des Zellkerns vor; ein Bericht hierüber ist nicht erschienen.

Die Chromatophilie[6]) der Zellbestandteile wurde, nachdem AUERBACH, ROSEN und SCHOTTLÄNDER auf die Speicherung von roten und blauen Farbstoffen aus einem Methylenblau-Fuchsin-Gemisch und auf die erythrophilen und kyanophilen Bestandteile

1) Bot. Ztg. 1891, Nr. 40.
2) Bot. Ztg. 1892, Nr. 38.
3) Bot. Ztg. 1893, Nr. 15.
4) Bot. Ztg. 1890, S. 465 u. Bot. Ztg. 1892, Nr. 15.
5) Bot. Ztg. 1894, Nr. 24.
6) Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 1893, S. 188—195.

aufmerksam gemacht hatten, geprüft zunächst an käuflichen Nucleinsäurepräparaten, die sich rot färbten, und an Hühnereiweiß, das blau speicherte, und sodann an Zellen aus der Wurzelrinde von *Phajus*, aus der Epidermis junger Blätter und an Pollenkörnern von *Galanthus nivalis* und *Hyacinthus*, im Endosperm von keimendem *Ricinus* sowie an Spermatozoen von Lachs und Triton. Die Nucleinsäure enthaltenden Bestandteile, wie das Kerngerüst und die Hüllen der Lachsspermatozoen, speichern die blauen Farbstoffe, die nucleinfreien Substanzen des Zellinhalts, Protoplasma und Nucleolus, färben sich tiefrot.

Die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkern[1]), insbesondere die Verteilung der Nucleine und Plastine, wurde auf Grund neuerer makrochemischer Arbeiten anderer Autoren besprochen und an Lachssperma und Bierhefe untersucht. Zellprotoplasma und Zellkern bestehen zu einem wesentlichen Teil ihrer Masse aus in künstlichem Magensaft unlöslichen Stoffen, so die Substanz der Chromatinkörper der Zellkerne (Kernnuclein) und die unter dem Namen Plastin zusammengefaßten eiweißartigen Bestandteile des Zellinhalts, zu einem andern Teil aus in Verdauungsflüssigkeit löslichem Eiweiß, reich daran zeigen sich in manchen Fällen die Nucleolen, während das Zellplasma namentlich in ausgewachsenen Pflanzenzellen arm daran sein kann.

Beziehungen des Zellenwachstums zur Beschaffenheit des Zellkerns[2]) zeigen sich, wie schon SCHWARZ angegeben hatte, in der beträchtlichen Vergrößerung des Kerns und in der Vermehrung der Nucleolarmassen wachsender Zellen, wie dies in wachsenden Siebröhren- und Gefäßgliedern von *Cucurbita* und *Zea*, wachsenden Haarzellen von *Cucurbita*, wachsenden Epidermiszellen von *Galanthus* und *Hyacinthus* sowie im keimenden Endosperm von *Ricinus* beobachtet wurde. In einer ausführlicheren Arbeit wurde das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen[3]) außer an den genannten Objekten noch im Meristem der Wurzelspitze von *Cucurbita pepo*, in den Siebröhren von *Urtica* und im Endosperm von *Larix* geschildert und die Ansichten anderer Forscher besprochen. Mit der Vergrößerung der Kerne scheint eine prozentische Abnahme des Nucleins verbunden zu sein.

Einige mikrochemische Untersuchungsmethoden[4]), so die Verwendung von Methylgrün in essigsaurer Lösung mit und

1) Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 1893, S. 293—307.
2) Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 1894, S. 103—108.
3) Flora 1895, Ergänzungsbd. S. 217—266 m. Taf. V—VII.
4) Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1896, S. 270—280 mit 1 Textabbild.

ohne Zusatz von Glaubersalz, die Wirkungsweise des Gemisches von Methylenblau und Fuchsin S sowie die Einwirkung einer Vorbehandlung der Objekte mit verdünnter Salzsäure von 0,3 pCt., wurden zum Nachweis von Nuclein einer Prüfung unterzogen und zwar an frischen Epidermisstücken der Blätter von *Tradescantia*, *Leucojum aestivum*, *Platanthera bifolia*, *Orchis latifolia* und an Lachsspermatozoen. Mit Methylgrün-Essigsäure färben sich die Nucleinkörper schön grün, während die Nucleolen ungefärbt bleiben, mit der Methylenblau-Fuchsin-Lösung die Nucleinkörper blau, Zellplasma, Leukoplasten und Nucleolen rot; bei Vorbehandlung mit verdünnter Salzsäure trat die Färbung sofort und intensiver auf als bei unbehandeltem Material. Auch die Einwirkung künstlichen Magensafts unter verschiedenen Bedingungen und der genannten Farblösungen auf Lachs- und Salamanderspermatozoen, auf Froscheier sowie auf die Epidermis der Blätter von *Arum italicum* und *Tradescantia* wurde zum Nachweis und Vorkommen von Nuclein[1]) herangezogen.

Bereits in einem Vortrage: On the cells of the *Cyanophyceae*[2]), auf der Versammlung der British Association in Liverpool im Jahre 1896 hatte ZACHARIAS seine bisherigen Forschungen über diesen Gegenstand kurz mitgeteilt. In Hamburg hat er dann diese Untersuchungen wieder aufgenommen und veröffentlichte sie in zwei Arbeiten mit demselben Titel: Über die Cyanophyceen[3]). Wie in fast sämtlichen bisherigen Abhandlungen von Z. findet sich auch hier durch den ganzen Text hindurch zerstreut eine ausführliche Besprechung der Angaben anderer Forscher über den betreffenden Gegenstand, namentlich wenn sie von seinen Befunden oder Deutungen abweichen, so auch hier der Arbeiten von A. FISCHER, PALLA, BÜTSCHLI, NADSON, MARX, GOMONT, MACCALLUM, HEGLER, KOHL u. a. Zur Untersuchung benutzt wurden *Lyngbya*, *Nostoc*, *Oscillaria*, *Gloiotricha pisum*, *Anabaena* (aus *Blasia*) u. a. sowie Gonidienkulturen aus zerriebenen Thallusstücken von *Peltigera canina*, *Xanthoria parietina* und *Collema*. Im oder am farblosen Zentralkörper, in dessen Grundmasse eine Substanz mit Glykogenreaktion (Jodfärbung) in wechselnder Menge und in bestimmten Fällen auch Plastin nachgewiesen werden konnte, liegen

1) Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1898, S. 185—198 mit 3 Textfig.

2) British Association f. the Adv. of Sc., Report of the Liverpool Meeting 1896.

3) Abh. a. dem Gebiete d. Naturw., herausg. v. Naturw. Ver. Hamburg 1900. 50 S. m. 1 Taf. 4°. — Jahrb. d. Hamburgischen Wissenschaftl. Anst. 1903. 3. Beiheft: Arb. d. Botan. Institute, S. 49—89 m. 1 Taf. Hamburg 1904.

die Zentralkörner, die in verdünnter Salzsäure als glänzende Körper scharf hervortreten. Im peripherischen, gefärbten Plasma befinden sich die Cyanophycinkörner (von BORZI zuerst benannt), die in verdünnter Salzsäure verquellen und durch Essigkarmin lebhaft gefärbt werden; auch im peripheren Plasma trat in manchen Fällen Glykogenreaktion auf. Die Cyanophycinkörner fehlen in den Flechtengonidien, nach dem Absterben des Flechtenpilzes treten sie jedoch in größerer Menge auf, was ein Kohlehydrat vermuten läßt; ähnlich verhält sich die Stärke in den Gonidien von *Xanthoria parietina*. Durch Verdunkelung von Kulturen konnte kein allgemeines Verschwinden von Cyanophycin und Zentralsubstanz erzielt werden. Aus Zellen, die Wachstum und Teilung erfahren haben, kann es verschwunden sein, beim Absterben der Zellen kann es erhalten bleiben, in anderen Fällen aber auch verschwinden. Ob die Cyanophycinkörner aus Eiweißstoffen bestehen, ist fraglich, aber möglich.

Einer Besprechung der Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Spermatozoen[1]) folgte eine kurze Mitteilung über Sexualzellen und Befruchtung[2]). Durch Verwendung von Glaubersalzlösung mit Eisessig und etwas Fuchsin gelang es, die nucleinhaltigen Teile der Spermatozoen von den nucleinfreien zu sondern und das mikrochemische Verhalten der (nucleinhaltigen) Schraubenbänder und Köpfe im Gegensatz zu den (nucleinfreien) Cilien und Schwänzen zu zeigen, wobei die Spermatozoen von *Chara*, *Ceratopteris*, *Pellia*, *Marchantia*, *Polytrichum*, Lachs und Triton in gleichmäßiger Weise, während der aus dem Kern hervorgegangene Teil der Spermatozoen vom Stier, Eber und Widder abweichend reagierte. Der Eikern, z. B. bei *Marchantia polymorpha*, enthält dagegen keine durch die verwendeten Reagentien nachweisbaren Mengen von Nuclein. Eingehender werden diese Verhältnisse erörtert in den Beiträgen zur Kenntnis der Sexualzellen[3]), wobei auch die zugehörige botanische und zoologische Literatur ausführliche Berücksichtigung findet. Auch die mikrochemische Untersuchung der pflanzlichen Blepharoplasten zeigte, daß sie z. B. bei *Nitella* und *Chara* ebenso wie die Mittelstücke bei Triton und Lachs kein Nuclein und gleichfalls kein Plastin enthalten, sondern wesentlich aus in Magensaft löslichen

1) Bot. Ztg. 1899, II, Nr. 1.

2) Verhandl. des Naturw. Vereins in Hamburg 1900. 4 Seiten. Hamburg 1901.

3) Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1901, S. 377—396 m. 5 Textfig.

Eiweißstoffen bestehen. Ferner wird das Verhalten lebender Spermatozoen gegen verdünnte Salzsäure (0,28 pCt.) untersucht.

Über Kinoplasma[1]) und über die achromatischen Bestandteile des Zellkerns[2]) wurden Studien an Pollenmutterzellen von *Larix* und *Hemerocallis* sowie an Endospermanlagen von *Iris versicolor* gemacht. Die Kernräume der in Teilung begriffenen Kerne bei *Iris* enthalten nach dem Schwinden der membranartigen Abgrenzung, abgesehen von den Chromosomen, eine Substanz, die nach Einwirkung von Alkohol eine feingranulierte Masse von längsfaseriger Struktur darstellt und reich an in künstlichem Magensaft löslichen Stoffen ist; Kernnuclein ist in ihr nicht nachgewiesen worden. Die Substanz der Kernräume ist demnach ein sehr eiweißreiches Enchylema. Eine ähnliche Substanz wurde bei der Behandlung frischer Pollenmutterzellen von *Larix* mit Zuckerlösung in dem Raum zwischen der Zellhaut und dem kontrahierten Plasma gefunden. Aus eigenen und den aus der Literatur bekannt gewordenen Beobachtungen an lebenden, in Teilung begriffenen Pflanzenkernen wird gezeigt, daß die Spindelfasern und Verlängerungsfäden im lebenden Kern nicht immer zu sehen sind; wie weit sie im fixierten Präparat als Kunstprodukte zu betrachten sind, läßt sich noch nicht entscheiden.

Als Statolithen bei *Chara*[3]) hatten GIESENHAGEN (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1901) und SCHRÖDER (Beih. z. Bot. Cbl. 1904) die Glanzkörper in der Spitze der Wurzelhaare dieser Pflanze gedeutet. Auf Grund seiner früheren (1891) Beobachtungen hält ZACHARIAS diesen Schluß nicht für gerechtfertigt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Plasmaveränderungen, welche die Verlagerungen der Glanzkörper bei der Abwärtskrümmung der Wurzelhaare bedingen, für das Zustandekommen dieser Krümmung von Bedeutung sind, nicht aber die Verlagerungen an sich.

Auf einem ganz andern botanischen Forschungsgebiet bewegt sich die nun folgende Reihe von Untersuchungen. Blütenbiologische Beobachtungen[4]) an Pflanzen des Botanischen Gartens in Hamburg gaben Veranlassung zur Richtigstellung einiger Angaben über den Blütenbau der Zingiberacee *Roscoea purpurea* und zur Beschreibung des Blütenbaus und der Bestäubungseinrichtungen der Campanulaceen-Gattung *Platycodon*. Die Ränder

1) Vortrag a. d. 73. Vers. Deutsch. Naturf. u. Ärzte in Hamburg 1901 in Schr. d. Gesellsch. Deutsch Naturf. u. Ärzte 1901, S. 244—246.

2) Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1902, 298—320 m. Taf. XVI.

3) Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1905, S. 358—361.

4) Verh. d. Naturw. Ver. in Hamburg 1905, S. 26—35 m. 7 Textfig.

der Koronenzipfel bei dieser Gattung sind mit eigentümlichen Papillen besetzt, durch deren Verschränkung an benachbarten Kronenzipfeln ein ziemlich fester Verschluß der Blütenknospen hergestellt wird. Bald nach Entfaltung der Blüte sterben die Filamente ab, gleichzeitig mit dem Zurückschlagen der Staubgefäße vom Griffel zur Blumenkrone. Durch Regen oder Füllen der Blüten mit Wasser oder Einlegen in Wasser wurde das Leben der Filamente und des Griffels um mehrere Tage verlängert. Die Ursachen des Absterbens von Blütenteilen verschiedener Pflanzen sind nicht dieselben, so konnte z. B. das Leben der Blumenkronenblätter von *Tradescantia virginica* durch Einbringen in Wasser nicht verlängert werden. Dagegen waren die Schließzellen der nach einem Monat vertrockneten Laubblätter von *T. pilosa* nach drei Monaten noch lebend. — *Nymphaea micrantha*[1]) setzt im Hamburger Botanischen Garten und auch in andern Gärten trotz normal entwickelter Samenknospen und Pollenkörner auch bei künstlicher Bestäubung nie Samen an, wohl aber entstehen aus den alten Blättern an der Stelle der Einführung des Stiels in die Spreite reichlich Tochterpflanzen mit allerdings kleineren Blüten. Während sie noch mit den Blättern der Mutterpflanze in Verbindung stehen, erzeugen die Tochterpflanzen auf ihren Blättern eine weitere Generation von jungen Pflanzen. Auch durch Kreuzung von Pflanzen dieser Art aus verschiedenen Gärten konnten Samen nicht erzielt werden. In ihrer Heimat Senegambien bringt die Pflanze dagegen so reichlich Samen hervor, daß sie sogar den Negern als Nahrung dienen sollen.

Über den mangelhaften Ertrag der „Vierländer Erdbeeren“[2]), einer Kulturform von *Fragaria elatior*, wurde seit Jahren in den Vierlanden, einem Teil des hamburgischen Marschgebietes, in dem sehr viel Erdbeerzucht getrieben wird, geklagt. Der Anbau dieser Sorte, in den Vierlanden auch „olle Dütsche“ genannt, wurde daher und weil vielfach die Früchte verkrüppelten und da ferner das Pflücken der kleinen (aber sehr aromatischen) Erdbeeren zu mühselig gegenüber den neueren, großfrüchtigen Sorten war, als nicht einträglich genug aufgegeben. Nach dem Botanischen Garten verpflanzte Stöcke dieser Erdbeersorte zeigten nun, daß, wie bei der wilden *F. elatior*, infolge Verkümmerung der betreffenden Organe weibliche, männliche und monöcische Pflanzen vorhanden sind. Die nichttragenden männlichen Pflanzen waren nun als „dowe Köpp“ von manchen Züchtern entfernt worden,

1) Verh. Naturw. Ver. Hamburg 1906, S. 124—127 m. 1 Taf.
2) Verh. Naturw. Ver. Hamburg 1903, S. 26—33 m. 4 Textfig.

wodurch die Bestäubung der weiblichen Pflanzen erst recht erschwert und mangelhafter Fruchtansatz herbeigeführt wurde; andere Züchter hatten die Notwendigkeit dieser „wilden Pflanzen" jedoch schon erkannt. In einer weiteren Abhandlung über Degeneration bei Erdbeeren[1]) wird dann gezeigt, daß die männlichen und weiblichen Pflanzen dieser Sorte schon Verschiedenheiten in der Blattgestalt besitzen und auch in der Blütezeit sich unterscheiden. Von einer Degeneration der Vierländer Erdbeere im allgemeinen kann keine Rede sein. Aufklärung bedarf noch ein „Zurückgehen" älterer Erdbeerpflanzen.

Unter den im Hamburger Marschgebiet angebauten Johannisbeeren zeichnet sich eine Sorte, die „Lübecker Johannisbeere" genannt wird und die nach der Beschaffenheit der Blüten von *Ribes petraeum* abstammt, dadurch aus, daß in größeren gut tragenden Kulturen der Sorte immer hier und da Stöcke auftreten, die trotz reichen Blühens keine oder nur sehr wenige Früchte bringen, indem beim Aufwärtskrümmen der jungen Fruchtstiele die schwellenden Beeren sämtlich oder zum größten Teil abgeworfen werden. Die Vierländer Züchter nennen solche Stöcke daher „Afsmiters". Es werden bei diesen sterilen Johannisbeeren[2]) immer nur eine oder wenige Samenanlagen befruchtet. Da die Vermehrung nicht durch Sämlinge geschieht und auch unfruchtbare Sträucher nicht zur Vermehrung genommen werden, so ist vielleicht anzunehmen, daß an fruchtbaren Sträuchern unfruchtbare (männliche) Sprosse auftreten, die dann gelegentlich als Stecklinge in die Kulturen hineingeraten können.

Über Blühen und Fruchtansatz bei Obstbäumen[3]), deren allgemeine Bedingungen nach unseren bisherigen Kenntnissen in einem Vortrage auf der Hauptversammlung des Schleswig-Holsteinischen Zentralvereins für Obst- und Gartenbau im Juli 1906 erörtert worden waren, wurden gleichfalls im Botanischen Garten Versuche eingeleitet. Daß diese Fragen ZACHARIAS bis in die letzte Zeit hinein beschäftigten, zeigt ein im Januar 1911 im Hamburger Naturwissenschaftlichen Verein gehaltener Vortrag über Frucht- und Samenansatz von Kulturpflanzen[4]). Er

1) Jahresber. der Vereinigung f. angew. Bot. 1906, S. 51—62 mit Tafel I—II.

2) Jahresber. der Vereinigung f. angew. Bot. 1907, S. 223—225 mit Tafel V.

3) Schleswig-Holst. Zeitschr. f. Obst- u. Gartenbau 1906, 2 S., 4°.

4) Zeitschr. f. Bot. 1911, S. 785—795. (Nach einem hinterlassenen Manuskript.)

bespricht darin u. a. die häufig so mangelhafte Tragbarkeit des Gravensteiner Apfels; trotz reichen Blühens werden Früchte nicht geerntet. Er sieht die Ursache darin, daß die Griffel länger als die Staubgefäße und auch schon empfängnisfähig sind, bevor die Staubbeutel der eigenen Blüte aufspringen, so daß nur solche Blüten, die mehr oder weniger abwärts gerichtet sind, durch den eigenen Pollen bestäubt werden können. Daß der Gravensteiner selbststeril sei, wie vielfach behauptet wird, ist nicht richtig; jedenfalls ist seine Fruchtbarkeit dann aber äußerst gering, während eine Bestäubung mit dem Ewe-Apfel einen großen Fruchtansatz hervorbrachte. In der Nähe der Gravensteiner müssen also andere Sorten stehen, die gleichzeitig blühen. Auch dann kann noch die Wahrscheinlichkeit einer Bestäubung durch das Ausbleiben von Insekten sehr verringert werden. Schließlich spielen Ernährungsverhältnisse und andere Korrelationen eine gewisse Rolle, die ein Abfallen der jungen Früchte veranlassen können. Auch die Auswahl der Pfropfreiser ist von großer Bedeutung. Nimmt man Pfropfreiser von sehr kräftigen Bäumen, die aber verminderte Fruchtbarkeit haben, so erhält man wenig fruchtbare neue Individuen. Bei der oben bereits erwähnten Lübecker oder alten holländischen Johannisbeere, einem Bastard zwischen *Ribes petraeum* und *R. rubrum*, konnte von den „Afsmiters", die sich durch weniger dichte Belaubung, kleinere Blätter und ungewöhnlich große Blütenmaße vor den normalen Pflanzen auszeichnen, durch Bestäubung mit *R. rubrum* ein guter Ertrag erzielt werden. Ähnliche Erscheinungen wie bei diesen Johannisbeeren treten bei der Rebe auf. Die Unfruchtbarkeit gewisser Erdbeersorten im höheren Alter hängt von dem Verhalten ihrer Rhizome ab. Diese wachsen jährlich über den Boden empor, während sie von unten her mit den Wurzeln absterben; schließlich können die Wurzeln nicht mehr in den Boden dringen, da sie vorher verdorren. So zeigen sich die Pflanzen langsam geschädigt. Die „Degeneration" hängt also nicht mit dem Alter der Rasse und ihrer langjährigen ungeschlechtlichen Vermehrung zusammen. Allgemein läßt sich sagen, daß durch äußere Einwirkung aus fruchtbaren Pflanzen unfruchtbare oder sehr wenig fruchtbare entstehen können und daß diese neue Eigenschaften auf die Nachkommen übertragen werden können. Es kann aber andererseits durch äußere Einwirkung auf die Nachkommenschaft die Fruchtbarkeit wieder hergestellt werden.

Ein Lieblingsstudium von ZACHARIAS bildeten in letzter Zeit auch die Lebermoose, für die er im Botanischen Garten ein eigenes Haus eingerichtet hatte. In Kulturen von *Pellia calycina* (Tayl.)

NEES [1]) pflegen im September die kurzen Herbstsprosse aufzutreten; sie werden an Sprossen mit unbefruchteten Archegonien gebildet. Im Frühjahr gehen sowohl aus den alten bandförmigen als auch aus den kurzen Herbstsprossen neue bandförmige Langsprosse hervor. Durch Entfernung der jungen Sporogone im September gelang es, die Fruchtsprosse schon im Herbst zum Austreiben zu bringen; sie bildeten nun aber keine Kurztriebe sondern nur bandförmige Langtriebe. Die als var. *furcigera* in manchen Floren aufgeführte Form entspricht den genannten Herbstzuständen. — Über Periodizität bei Riccien [2]) lautete ein Vortrag in der Abteilung für Botanik auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Dresden im Jahre 1907, der gleichfalls auf Beobachtungen in dem Gewächshause des Hamburger Botanischen Gartens fußte. Während *Riccia glauca*, *R. Lescuriana*, *R. sorocarpa*, *R. Warnstorffii* das ganze Jahr hindurch vegetieren, zeigt ein anderer Teil der kultivierten *Riccia*-Arten, z. B. *R. natans*, *R. Bischoffii*, *R. Gougetiana*, *R. intumescens*, *R. Michelii* u. a., eine ausgeprägte Ruheperiode. Bei *R. natans* hört im Herbst das Wachstum auf, und der Thallus stirbt bis auf eine beschränkte Region in der Umgebung der Vegetationspunkte ab, bei den anderen im Sommer (Juni bis August) ruhenden Arten werden knollige, stärkereiche Endknospen gebildet, während der übrige Thallus mehr oder weniger abstirbt. Diese Knollen treiben dann im Herbst oder im Frühjahre aus, manche auch erst ein Jahr später. Eine Anpassung an sommerliche Dürreperioden ist die Einrichtung nicht, denn auch Arten ohne Knollenbildung vermögen Austrocknung zu überstehen.

Daß ZACHARIAS über diesen neuen Gebieten seine alten Forschungsthemata nicht vergaß, zeigen zwei umfangreiche Sammelreferate. Eine kritische Zusammenstellung über die neuere Cyanophyceen-Literatur [3]) behandelt diese nach den Kapiteln über das periphere Plasma, die Abgrenzung des Zentralkörpers, das Vorkommen von Glykogen, die körnigen Einschlüsse und die Zellteilung. Eine sehr ausgedehnte Abhandlung bespricht die chemische Beschaffenheit von Protoplasma und Zellkern [4]) und zwar die makrochemischen Arbeiten über die Eiweißkörper der Zelle, insbesondere auch Untersuchungen über eisenhaltige Proteinstoffe, und mikrochemische Untersuchungen, wie Nachweis des Phosphors und des Eisens, direkter Nachweis be-

1) Verh. Naturw. Ver. Hamburg 1906, S. 120—123.
2) Schrift. d. Gesellsch. Dtsch. Naturf. u. Ärzte 1907, S. 220—221.
3) Bot. Ztg. 1907, II. Abtlg., Nr. 16/17.
4) Progr. rei bot. 1909, S. 67—258.

stimmter Proteinstoffe (Zusammenstellung der mikrochemischen Einzelergebnisse, Sperma, somatische Zellen), die chemische Beschaffenheit der Kernteilungsfiguren sowie die chemischen Veränderungen in ruhenden, nicht in Teilung begriffenen Zellen.

Das waren die Aufgaben und Gedanken, die den Geist von ZACHARIAS bei seinen Forschungen beschäftigten, die Materialien, die er zu seinen Untersuchungen benutzte, und die Resultate, die seine Befunde der Wissenschaft brachten.

Mit seiner Berufung nach Hamburg im Jahre 1894 erwuchsen ihm aber noch andere und reichliche Aufgaben. Zunächst galt es, den Botanischen Garten zu vervollkommnen, für den er zunächst den Bau eines großen Alpinums an Stelle der vorhandenen kleinen Anlage erstrebte. Zur Vornahme von Studien nach dieser Richtung hin wurden noch in demselben Jahre die botanischen Gärten in Jena, München und Innsbruck besichtigt. Jedoch erst im Jahre 1903 wurde die Anlage auf dem Abhange zum früheren Stadtgraben fertiggestellt und im folgenden Frühjahre bepflanzt. Auf dem Gebiete der alten Alpenpflanzenanlage konnte das Sukkulentenquartier, insbesondere die Opuntienbeete, wesentlich erweitert werden. Schon 1901 war hier eine Agaven-Sammlung eingerichtet, die durch ein Heizrohr im Boden und durch Deckung mit einem Kasten gegen die Unbilden des Winters geschützt wurde. Auch der Verbesserung, Vergrößerung und Vermehrung der Gewächshäuser nahm sich ZACHARIAS an. So wurden das Palmenhaus und mehrere ältere Gewächshäuser umgebaut, die Vermehrungshäuser erneuert und erweitert, die Häuser für subtropische Nutzpflanzen mit Heizung versehen, ein Gewächshaus zur Anzucht kolonialer Nutzpflanzen geschaffen, ein Farnhaus, besonders für Baumfarne, ein Haus für Lebermoose usw. errichtet und außer mehreren kleinen Versuchshäusern ein großes Versuchshaus für wissenschaftliche Zwecke mit einem Kostenaufwand von 35 200 M. erbaut. Das Oekonomiegebäude wurde erneuert und ein Materialschuppen ihm angebaut. Exotische Sumpf- und Wasserpflanzen wurden in einem kleinen, vom Viktoria-Hause aus geheizten Bassin im Freien gezogen, und eine solche Anlage wurde auch auf der Gartenbauausstellung in Düsseldorf 1904 vorgeführt, die vorbildlich für andere Gärten gewirkt hat; neuerdings ist im Hamburger Garten noch ein mit mehreren Abteilungen versehenes großes, heizbares Bassin für solche Kulturen hergerichtet worden. Im Garten selbst wurde in dem südlich des früheren Stadtgrabens gelegenen Teil ein Quartier für nordamerikanische Pflanzen, bei der herrlichen Taxodien-Gruppe im nordwestlichen

Teil des Gartens eine Anlage für Sumpf-, Moor- und Heidepflanzen, am Ausgang nach der Jungiusstraße eine Dünenanlage usw. angelegt.

Für den Schulgarten, der den hamburgischen Schulen das notwendige Unterrichtsmaterial liefert, genügte bei der Vermehrung der Schulen der Raum im Botanischen Garten bald nicht mehr, so daß eine Verlegung dieses Teiles des Gartens sich als notwendig herausstellte. Es wurde daher im Jahre 1904 ein 3 ha großes Gelände in Fuhlsbüttel für die Anzucht dieses Pflanzenmaterials hergerichtet und in ihm ein Heidehügel und eine Moorteichanlage geschaffen und im Jahre 1906 noch eine 2 ha große Obstbaumanlage hinzugefügt. Die Lieferung der Pflanzen geschieht nach vorheriger Bestellung mittels Wagens an sämtliche Hamburger Schulen.

Auch die anderen Abteilungen der Botanischen Staatsinstitute hat ZACHARIAS nach verschiedenen Richtungen hin ausgebaut oder die Anregung dazu gegeben.

Im Allgemeinen Vorlesungswesen hielt ZACHARIAS Vorlesungen über einheimische Pflanzenfamilien, Einführung in das Gesamtgebiet der Botanik, Anatomie der Pflanzen, verbunden mit mikroskopischem Praktikum, sowie Übungen im Untersuchen und Bestimmen von Pflanzen und zwar im Sommer von Phanerogamen, im Winter von einheimischen Sträuchern und Bäumen im Winterzustande. An dem im Jahre 1908 gegründeten Hamburgischen Kolonialinstitut hatte er allgemeine Botanik und Anleitung zur Anlage von Nutzgärten angekündigt. Auch im Professorenrat bei der Verwaltung und Erweiterung dieser Unterrichtseinrichtungen war ZACHARIAS eifrig tätig und hatte eine führende Rolle.

Eine andere Aufgabe, die ihm durch die bald nach seiner Übersiedelung nach Hamburg erfolgte Wahl zum Vorsitzenden des Gartenbauvereins erwuchs, bestand in der Vorbereitung und Ausführung der im Jahre 1897 in Hamburg veranstalteten Allgemeinen Gartenbauausstellung. Um auch die ausländischen Gärtner für diese Ausstellung zu gewinnen, unternahm er in den Jahren 1895 und 1896 Reisen nach Frankreich und England. Der große Erfolg der Ausstellung hat seine vielen Mühen und reichliche Arbeit gekrönt. Der Pflege des Gartenbaus hat er sich dann dauernd angenommen.

Die Landwirtschaft im hamburgischen Gebiet suchte er zu fördern durch Verbesserung der Obstbaumpflege und des Vogelschutzes. Ein seit dem Jahre 1906 am Botanischen Garten angestellter Baumwart soll durch Vorträge und besonders durch

praktische Unterweisungen in den Obstbau treibenden Teilen des Landgebietes eine bessere Pflege der Bäume und eine vermehrte Anpflanzung geeigneter Sorten zu erreichen versuchen. In Verbindung mit den Landherrenschaften wurde zu diesem Zwecke auch eine Bepflanzung des Kirchwärder Landweges mit Obstbäumen in Angriff genommen. Der Baumwart steht auf Ansuchen jedem Interessenten mit Rat und Beihilfe zur Verfügung. In demselben Jahre 1906 wurde auch für die Zwecke des Vogelschutzes ein von dem bekannten Ornithologen Freiherrn v. Berlepsch ausgebildeter Vogelwart an den Botanischen Staatsinstituten angestellt. Zur Vermehrung der nützlichen, Insekten vertilgenden Vögel soll er diesen Nistgelegenheit durch Anbringung künstlicher Nisthöhlen, Anlegung von Vogelschutzgehölzen und Anpflanzung geeigneter Sträucher in Anlagen und Gärten schaffen und ferner die Einrichtung von Futterplätzen im Winter usw. besorgen. Dies soll nicht nur im öffentlichen Gelände geschehen, sondern auch Privatleute können sich der Hilfe des Vogelwarts bei Anlage solcher Einrichtungen bedienen.

So wirkte ZACHARIAS auch auf dem praktischen Gebiete der angewandten Botanik fördernd und segensreich.

Von größeren Reisen, die ZACHARIAS ins Ausland führten und auf denen er zumeist von seiner für die botanischen Beobachtungen und Liebhabereien ihres Mannes interessierten Gemahlin begleitet war, seien hier außer den gelegentlich schon erwähnten Reisen noch einige angeführt. Zur Erholung von den Anstrengungen der großen Gartenbauausstellung unternahm er im Herbst 1897 eine Reise nach Italien, insbesondere Capri und Sizilien, wo eine Fahrt um den Ätna gemacht wurde. In Taormina sammelte er in den Ruinen des alten Theaters Flechten und Moose. — Eine internationale Gartenbauausstellung führte ihn im Frühjahr 1900 nach Petersburg. Diese Gelegenheit wurde zu Ausflügen nach pflanzengeographisch interessanten Gegenden benutzt. Leider mußte gleich anfangs eine beabsichtigte Exkursion in die Tundren aufgegeben werden, da der Ladoga-See noch nicht eisfrei war. Anstatt dessen wurde eine Fahrt auf der Wolga bis Astrachan unternommen, sodann zurück auf der Wolga bis Zaritzin, von dort mit der Eisenbahn nach Ziski, dann in die Steppen im Gouvernement Charkow, wo die russische Krone eine kleine Station besitzt, Lago Maggiore genannt. In der Steppe, in der Mandelgebüsch, *Stipa*, *Salvia* und *Paeonia* blühten, wurde eifrig botanisiert. Auf dem Rückwege über Petersburg wurde noch ein Abstecher nach Finland gemacht, um die schöne Landschaft des Saima-Sees

und die Imatra-Fälle zu besuchen. — Im Herbst 1903 finden wir ihn auf Corsica. Von Ajaccio aus wird eine dreitägige interessante Tour über Evisa, Forêt Aitone, Liamone-Fluß und Piana unternommen. In der schönen Morcchia fielen besonders *Erica arborea* und die in Blüte stehende *Arbutus unedo* auf. *Cistus monspeliensis* und *C. albidus* fingen an zu blühen. *Genista corsica*, *Helleborus lividus*, *Juniperus oxycedrus*, *Euphorbia pithyusa*, *Statice articulata*, *Helichrysum*, *Oleaster* wurden gesammelt und bestimmt. Besucht wurden auch der Wald von Bonifato, aus *Pinus maritima* und Steineichen mit reichen Beständen von Königsfarn bestehend, und der Wald von Vizzavona mit *Pinus laricio* und *Alnus cordata*, an der Baumgrenze Buchengestrüpp, *Juniperus nana* und *Astragalus siculus*. — Im Frühjahr 1905 beteiligte er sich an der vom Internationalen Botanischen Kongreß in Wien veranstalteten und von Professor SCHIFFNER geführten botanischen Exkursion nach Budapest, Fiume und in das österreichische Küstenland; Abbazia, Monte Maggiore, Pola, Insel Brioni mit ihren herrlichen Macchien, Triest, St. Canzian, Capodistria, Grado und Adelsberg wurden besichtigt (Verh. d. Intern. Bot. Kongr. in Wien 1905, S. 51—53. Jena [G. FISCHER] 1906) und reiche Pflanzenschätze eingesammelt und nach Hamburg gesandt. — Seine letzte größere Reise unternahm ZACHARIAS zu seiner Erholung im Frühjahr 1910 nach Algier, wo er in der Oase Biskra längeren Aufenthalt nahm, und wo er mit Prof. FITTING, seinem späteren Nachfolger in Hamburg, zusammentraf. Der Getreidebau und die Bewässerung der Palmen, die Wüstenvegetation und überhaupt die gänzlich neue Flora, von der außer Phanerogamen auch besonders Lebermoose und Flechten gesammelt wurden, alles erregte sein lebhaftes Interesse.

Das Lebensbild von ZACHARIAS würde aber kein vollständiges sein, wenn nicht seiner erfolgreichen Tätigkeit in vielen Vereinen rühmend gedacht würde. Erwähnt wurde bereits, daß der Gartenbauverein ihn bald nach seiner Übersiedelung nach Hamburg zu seinem ersten Vorsitzenden wählte. Er hat auch das Amt bis zu seinem Tode mit Eifer und Erfolg innegehabt. Als Vorsitzender des Gartenbauvereins erkannte er aber auch die Notwendigkeit des Zusammenschlusses der zahlreichen, im hamburgischen Staatsgebiete wirkenden Garten-, Obst- und Gemüsebau-Vereine zwecks Erreichung wirtschaftlicher Forderungen, Verbesserung der Kulturen u. a. Der Leitung des im Jahre 1908 aus 18 Vereinen gegründeten Zentralvereins für Obst- und Gartenbau gab er sich mit Interesse und der ihm eigenen Energie hin. Im Naturwissenschaftlichen Verein zu Hamburg war er eine Zeitlang

Vorsitzender und ständig Vorsitzender der Botanischen Gruppe, mit der allmonatlich botanische Exkursionen zu veranstalten, ihm ein besonderes Vergnügen bereitete. Auch im Verein Heimatschutz, im Volksheim, im Verein zur Förderung der schulentlassenen Jugend und in anderen Vereinen war er im Vorstande tätig. Gern nahm er auch an den Alte-Herren-Abenden seines Korps, dem er mit Begeisterung von seiner Universitätszeit her angehörte, teil. Der tatkräftigen Leitung der Vereinigung für angewandte Botanik, deren erster Vorsitzender er seit dem Jahre 1905 war, verdankt die Vereinigung ein erfreuliches Aufblühen, eine stetige Zunahme der Mitgliederzahl und anregende Versammlungen. Auch die alljährlichen gemeinsamen Zusammenkünfte der drei deutschen botanischen Gesellschaften sind auf seine Anregung hin zustande gekommen.

Außer seinen wissenschaftlichen Arbeiten und den Verdiensten um die Botanik in seiner engeren und weiteren Heimat sichern dem allverehrten Manne aber auch sein gerader Charakter, sein liebenswürdiges Wesen und seine stete Hilfsbereitschaft ein dauerndes Andenken im Kreise seiner Freunde und Fachgenossen.

Verzeichnis der Pflanzennamen.

Abrus precatorius 420.
Acacia decurrens 54, 58.
Acarosporium 384, 385.
— *sympodiale* 384, 385.
Acer 280.
— *campestre* 279, 280, 281.
— *Negundo* 370, 372, 373, 374.
— *pseudoplatanus* 275.
Aceraceae 370.
Achlya 211, 215, 217, 224.
— *Americana* 227.
— *de Baryana* 220.
— *polyandra* 220.
Aconitum 730.
Acrasieen 245.
Acrocomia 40, 42, 44.
— *sclerocarpa* 42, 45, 47.
Acrostalagmus 58.
— *Vilmorini* forma *Thomensis* 51.
Actinastrum 503.
— *Hantzschii* 500.
Actinoclava 661, 663, 665.
— *Frankei* 661, 664, 668.
Actinocyclus 664.
Actinomonas 122.
Actinophrys sol 245, 389.
Actinoptychus 664.
Adonis aestivalis 458.
— *autumnalis* 458.
Adoxa 63.
Aegagropila 398.
Agathis 452.
Albugo 215, 216, 219, 220, 227.
— *Bliti* 219.
Albugo candida 219, 226.
— *Ipomeae-Panduranae* 227.
— *lepigoni* 219, 227.
Alcanna tinctoria 132.
Alchemilla arvensis 372.
Algen 193, 389.
Alicularia scalaris 490.
Alliaria officinalis 487.
Allium 62, 698, 699.
— *Cepa* 148, 149, 153, 659, 700.
— *porrum* 654.
Alona guttata 389.
Althaea 637.
— *rosea* 637, 642, 644.
Amanita solitaria 419.
Amaryllis 135, 137.
— *vittata* 132, 133, 136.
Amblyanthopsis 157.
Ambrosiapilze 50
Ammobium 560.
Amorpha 305.
Ampelocissus 542.
Ampelopsis 542, 543.
— *hederacea* 300.
— *quinquefolia* 300.
Amphimonadaceae 284.
Amphora ovalis 389.
Anabaena circinalis 389, 501.
— *flos aquae* 389.
— *spiroides* 389.
Anaxagorea 294, 296.
Andropogon Schoenanthus 330.
Anemone nemorosa 302, 303.
Anemone Robinsoniana 302, 303.

Aneura palmata 490.
— *pinguis* 490.
Anisonema 193.
Anona 294—297.
— *Cherimolia* 293, 295.
— *coriacea* 295.
— *dioica* 296.
— *glaucophylla* 296.
— *Malmeana* 296.
— *tomentosa* 296.
Anonaceae 293, 300, 301.
Antennaea 730, 732, 737, 738.
Anthoceros 491, 492.
— *laevis* 490.
Anthodiscus floreatus 664.
Anthophysa vegetans 389.
Anuraea aculeata 389.
— *cochlearis* 389.
— *tecta* 389.
Aphanizomenon flos aquae 389.
Aphanomyces 212, 214—217, 219—221.
— *laevis* 210, 212, 213, 218, 221, 224, 225.
— *scaber* 214, 217, 218.
Appendicularien 399.
Araucaria imbricata 357.
Araucariten 537.
Arcella 501.
— *vulgaris* 389.
Ardisia crispa 156, 157, 418.
Aristolochia 299, 541, 542.
Aristolochiaceen 300, 541.
Armeria 640.
— *vulgaris* 640.
Artabotrys 294.
— *Blumei* 294.
Asarum 299.
Asimina 296.
— *triloba* 293.
Asparagus 703.
— *officinalis* 659, 695, 699.
— *Sprengeri* 47.
Aspergillus 480, 574.
— *glaucus* 570, 573, 575.
— *niger* 479, 573, 574, 575.
Asphodelus ramosus 584.
Aspidisca lynceus 389.
Asplanchna priodonta 390.
Asterionella 498, 500, 503.
— *formosa* 390, 497
— *gracillima* 497.
Asterocystis 49.
— *radicis* 49.
Asterolampra 663, 665.
— *affinis* 663.
— *crenata* 663, 668.
— *decorata* 663, 668.
— *eximia* 663.
— *insignis* 663.
— *marylandica* 663, 668.
— *Ralfsiana* 662, 668.
— *splendida* 663.
Asteromphalus 663, 665.
Attheya 742.
Atriplex 634.
Avrainvillea 606.
— *comosa* 606.

Bacillariales 389—392.
Bacillus centropunctatus 328.
— *filifaciens* 328.
— *Hartlebi* 327, 328.
— *pyocyaneus* 328, 329.
Badhamia 235.
— *panicea* 235.
— *utricularis* 232, 234, 235, 236, 242, 24
Beggiatoa alba 390.
Begoniaceen 541.
Berberidaceae 299.
Berlinia Heudelotii 54.
— *Kerstingii* 54.
Beta vulgaris 48, 49.
Betula odorata 381, 385
— *pubescens* 385.
„*Bibit*“ 331.
Binuclearia 144.
Blasia pusilla 490.
Bodo saltans 390.
Bodonen 390, 398, 497.
Boodlea coacta 145
— *compostia* 145.
— *composita* forma *irregularis* 145
Boodleopsis 609
Bosmina longirostris var. *cornuta* 390.
Botryococcus Braunii 390.
Botryosphaeria 70.
Botrytis cinerea 573—575.
Brachionus angularis 390.
— *pala* 390.
Brauneria pallida 562.

Brefeldia maxima 246.
Bromus erectus 488.
Bruguiera 308, 309, 315, 317.
— *caryophylloides* 308.
— *eriopetala* 308, 309, 311—313, 315.
— *gymnorhiza* 308, 309.
— *parviflora* 308.
Bryonia 60—65.
— *alba* 61.
— *dioica* 61, 437, 488.
Bryum argenteum 494.
Buchen 273.
Bursaria truncatella 390.

Caesalpinium Nathorsti 538.
Calamus cinnamomeus 45.
Calcana 729.
— *major* 729.
Calluna vulgaris 318.
Calycanthaceae 299.
Calycomonas 520, 522, 523.
— *globosa* 523.
— *gracilis* 520, 523.
Calypogeia Trichomanes 490.
Camarosporium 74.
— *Mori* 70.
Cannabinaceen 373.
Cannabis 671.
— *sativa* 437, 595.
Caprificus 84, 85, 89, 90, 92, 94, 95.
Capsella 62, 63.
Cardiopetalum 294.
Carpinus betulus 281—284.
Carthamus 14, 17, 18, 559.
— *dentatus* 14, 17.
— *lanatus* 14.
— *oxyacantha* 14
— *tinctorius* L. 13, 14, 17, 18.
Caryophylleae 487.
Cassia 51.
— *Sieberiana* 54.
Castalia odorata 301.
Castilloa elastica 52.
Catochilus 730, 738.
Catypma luna 390.
Cedrela odorata 54.
Centaurea paniculata 488.
Centritractus belonophorus 531.
Centropyxis 245.
— *aculeata* 390.
Ceramium 362, 364.
Cerasus (subg.) 603.
Ceratiomyxa 231, 232, 234, 237, 246.
Ceratium 388.
— *hirundinella* 390.
Ceratostomella 55, 56.
Chaetoceras 398.
Chaetomorpha antennina 138.
Chaetonotus maximus 390.
Chamaerops humilis 45.
Chelidonium 60—62.
— *laciniatum* 61.
— *majus* 61.
Chilodon cucullulus 390.
Chilomonas 193, 196, 200, 201, 203, 284, 285, 287, 289, 290, 291.
— *paramaecium forma obtusa* 286.
Chiloscyphus pallescens 490.
— *polyanthus* 490.
Chlamydomonas 390, 497, 498, 529.
— *de Baryana* 390.
— *mikroplankton* 529.
— *minima* 530, 532.
Chlamydothrix ochracea 390.
Chlorella 7.
— *vulgaris* 387, 390.
Chloris 588, 709, 710, 712, 714, 718, 719.
— *ciliata* 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722.
Chlorobium limicola 530.
Chlorococcum humicola 7.
Chlorocystis 529.
— *Mikroplankton* 529
Chlorodesmis 606, 607, 610.
— *comosa* 606—610.
— *tahitensis* 608, 610, 611.
— *vaucheriaeformis* 607.
Chloroxylon 673.
— *Swietenia* 672, 673, 675, 678.
Chromatium 387.
— *Okenii* 390.
Chromomonadinae 529.
Chromulina 196, 200, 525, 526, 527, 529.
— *pseudonebulosa* 529, 533.
Chromulinales 122, 195, 203.
Chroomonas 193, 195, 197, 203, 284.
— *baltica* 195, 200.
— *Nordstedtii* 195, 200.
Chrysamoeba planktonica 533.

Chrysapsis 525, 526.
— *agilis* 525, 529, 533.
Chrysidella 194, 195, 197, 200, 203.
— *Brandtii* 194.
— *nutricola* 194.
— *Schaudinni* 194.
Chrysococcus 521, 522, 528.
— *dokidophorus* 521, 523.
— *Klebsianus* 521.
— *ornatus* 521.
— *puncliformis* 529, 533.
Chrysomonadales 390, 392, 393.
Chrysomonaden 77, 82, 194, 196, 200, 202.
Chrysomonadinae 122, 203, 396, 397, 398, 526, 529.
Chrysemonas flavicans 291.
Chrysepyxis 119.
Chydorus sphaericus 390.
Chytridiaceen 48.
Ciliata 389—391.
Ciliophrys 122.
Cimaruoli 94.
Cissus 542.
Cladogramma conica 662.
Cladophora 142.
— *crispata* 390.
— *flagelliformis* 142.
— *fracta* var. *lacustris* 138.
— *fracta* var. *normalis* 138.
— *glomerata* 390.
— *heteronema* 138.
— *marina* 141.
— *stewartensis* 141, 142, 145.
— *virgata* 142.
Cladosporium 575.
— *herbarum* 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576.
Cladothrix dichotoma 390.
Clivia 409, 410.
Closterium accrosum 390, 498, 500.
— *lunula* 390.
Coccolithophoridae 396, 397.
Codiaceae 606.
Codonella lacustris 390.
Coelastrum microporum 390.
Coffea arabica 53.
Coleps hirtus 390.
Colpidium colpoda 390.
Colurus deflexus 390.
Compositae 488.
Conferva 143.
— *tenuissima* 390.
Confervales 389, 390, 392.
Conifere 450.
Coniodictyum 1.
— *Chevalieri* 2.
— *Evansii* 2.
Coniophora 707.
— *cerebella* 460, 707.
Conjugatae 390—392.
Copromonas 238.
Corcopsis Drummondii 559.
Coronilla 305.
— *emeroides* 307.
Corydalis cava 236.
Coscinium fenestratum 540.
Coscinodiscus 664.
Crepis japonica 62, 65.
Creswellia 667.
Crispardisia (subg.) 157.
Croton Tiglium 420.
Cruciferae 487.
Crustacea 389, 390.
Cryptochrysis 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 200, 203.
— *commutata* 191.
Cryptoglena 193.
Cryptomonadales 390.
Cryptomonadinae 203, 529.
Cryptomonas 119, 192, 193, 194, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 284, 285, 290, 387, 398.
— *Brandti* 194.
— *erosa* 191, 194, 196, 203, 390.
— *erosa* var. *reflexa* 390.
— *kieliensis* 196.
— *marina* 196.
— *Nordstedtii* 195.
— *ovata* 194, 196, 200, 203, 390.
— *Schaudinni* 194.
Cucurbitaceen 62, 488, 541.
Cucurbita Pepo 373.
Cyanomonas 193, 203, 284, 287.
— *americana* 195.
— *baltica* 195.
Cyathomonas 196, 203, 284, 288, 289, 290, 291, 292.
— *truncata* 284, 286.
Cycadaceen 181.
Cycadeae 452.

Cycadocarpidium 450.
— *Erdmanni* 452, 453, 454.
— *Swabii* 452, 453, 455.
Cycadofilicinen 454.
Cycadophyten 450.
Cycas 455.
Cyclamen 318.
Cyclotella comta 390.
— *comta* var. *bijuncta* 390.
Cymatopleura solea 390.
Cymbella lanceolata 390.
Cynomorium coccineum 373.
Cyrtophora 112, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123.
— *pedicellata* 117, 123, 124.
Cyrtophoraceae 122.
Cystococcus 265.
Cystopus candidus 219, 227.

Dadoxylon spec. 587.
— *Brandlingii* 543.
Daedalea quercina 706.
Daemonerops angustifolius 45.
Dahlia 559.
— *variabilis* 559.
Dammara 452.
Daniella thurifera 55.
Datura 61, 62—64, 421, 422, 426.
— *ceratocaula* 420, 421.
— *ferox* 420, 422.
— *gigantea* 420, 423.
— *laevis* 420, 423.
— *Leichhardtii* 420, 423.
— *Metel* 420.
— *stramonium* 61, 420—424, 426.
— *Tatula* 61.
— *Wrightii* 420.
Datureen 421.
Delphinium 60, 62, 64.
— *ajacis* 61.
Dendrophoma teres 73.
Derbesia vaucheriaeformis 607.
Derepysis 119.
Desmidiaceae 390, 392.
Diatoma 498.
— *elongatum* 390, 497.
— *vulgare* 390.
Diatomaceae 526.
Dichotomosiphon tuberosus 140.
Dictyopyxis 667.
— *cruciata* 666.
— *hellenica* 666, 668.
Dictyosphaerium 498.
— *pulchellum* 390, 497.
Didymium difforme 238.
— *diffusum* 238.
— *effusum* 237, 239, 243.
— *nigripes* 237, 238.
Digitalis 410.
Diglena catellina 390.
Dinobryon cylindricum 390.
— *sertularia* 390, 498, 501.
— *undulatum* 529.
Dinobryopsis 528.
Dinoflagellaten 202, 203.
Diospyros Ebenum 51.
Diplocyathium 431.
Diplodia Mori 70.
Diploschistes 11.
— *scruposus* 8.
Dipsacus sylvestris 331.
— *sylvestris torsus* 331.
Discoideae—Actinodisceae—Actinoclavinae 661.
Distephanus speculum 396.
Dothidea Sambuci var. *moricola* 70.
Dothiorella 72.
Dothiorellina 72.
— *Tankoffii* 72, 73.
Dracopis 562.
Dreissensia polymorpha 390.
Drosera 445.
— *longifolia* × *rotundifolia* 164
Duguetia 294, 297.
— *bracteosa* 298.
— *furfuracea* 298.
Duvallia rupestris 490.

Echeveria glauca 359.
Echinacea 562.
— *angustifolia* 562.
Echinops 560.
Edelfeige 95.
Eichen 273.
Elettaria major 51.
Eleutherospora polymorpha 27.
— *forma Battersii* 27.
Elodea 694.

Elodea canadensis 685, 687, 689, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 703.
Endomyces 52, 58.
Enteromyxa 245.
Entodesmis 197.
Entyloma 457.
— *Magnusii* 458.
— *Aschersonii* 458.
Ephedranthus 294, 296.
— *parviflorus* 296, 297.
Epilobium hirsutum 587.
— *roseum* 582, 586.
Epithemia sorex 390.
— *zebra* 390.
Equisetum 61—65, 410.
— *limosum* 61.
Erbsen 97, 98, 99, 103.
Erica carnea 318.
Ericaceae 318.
Erinosyke 86.
Ervum Lens 99, 111.
Erythrotrichia 290.
Espera 140.
Eudorina 500.
— *elegans* 390, 498.
Euglena acus var. *rigida* 390.
— *pisciformis* 391.
— *sanguinea* 391.
— *viridis* 391.
Euglenales 390, 391, 392.
Eugleniden 398.
Euglenina 291, 292.
Eunotia maior 391.
Euphorbia 33, 34, 38, 430, 431, 433, 434, 435.
— *esula* 433.
— *lucida* 433, 434, 436.
— *obtusifolia* 434.
— *palustris* 430, 431, 432, 435, 436.
— *procera* 33, 38, 226, 430, 431, 432, 433, 435.
— *virgata* 33, 34, 38, 433, 434, 435, 436.
Eurudbeckia 562.
Eurilis 542.
Exoascus 2.
Exobasidium Rhododendri 2.

Feigenbäume 83.
Feigenbaum, „*wilder*“, 84, 85, 95.
Fegatella conica 490.
Fichi 87, 88, 89, 91, 94.
Fichi autunnali 94.
— *di prima mano* 93.
— *di seconda mano* 94.
— *fallacciani* 93.
— *fieazzani* 93.
— *fiori* 93, 94, 93.
— *invernali* 94.
— *primatici* 93.
— *settembrini* 94.
Fico 86.
— *brugiotto bianco* 96.
— *coperche* 96.
— *dottato* 96.
— *naturale* 86.
— *S. Giovanni* 96.
— *selvatico* 86.
— *spontaneo* 86.
Ficus Carica 83, 85, 86, 91, 93, 94, 96, 373.
— *Carica α Caprificus* 83, 85, 90, 91, 96.
— *Carica β domestica* 83, 85, 90, 91, 93, 94, 95, 96.
— *imperialis* 94.
— *lutea* 55.
— *spec.* 55.
— *tiliifolia* 55.
Fiori di Fico 91.
— *di fico* 93.
Fiorini 93.
Fissidens adianthoides 494.
Flabellaria minima 610.
Flabellariae 606, 607.
Flagellaten 195, 198, 200, 202, 245, 284, 389, 390, 391, 517.
Flechten 3.
Flieder 274.
Florideen 404.
Forsythia 280.
— *suspensa* 276, 280.
Fossombronia pusilla 490.
Fragilaria capucina 391.
— *crotonensis* 391, 497, 500.
Fritillaria 62.
Frullania Tamarisci 490.
Fuchsia 410.
Funaria hygrometrica 494.
Fusarium 611—613, 616—622.
— *aquaeductum* 620.
— *coeruleum* 612, 619.

Fusarium nivale 620.
— *putrefaciens* 614.
— *rostratum* 620.
— *Rubi* 619. 620.
— *tuberculariodes* 611.
— *Urticearum* 70.
— *vasinfectum* 620.

Gagea lutea 487, 488.
Galanthus 698, 699.
— *nivalis* 659.
Galium Mollugo 457.
Galtonia candicans 162.
Gastrotricha 390.
Gibberella saubinetii 620.
Gimaruoli 91.
Ginkgo 455.
Ginkgoidium Nathorsti 455.
Glaucophyceen 198.
Glenodinium 391.
Gloeothamnion 82, 197.
Glossodia major 734. 736.
Glossopteris 537.
Gnaphalium luteo-album 458.
— *uliginosum* 458.
Gnetaceen 541.
Goldfussia 556, 557.
— *anisophylla* 549.
— *glomerata* 359, 360.
Golenkinia radiata 391.
Gomphonema acuminatum 391.
— *olivaceum* 391.
Gonioma Komassi 672.
Goniothalamus 294, 296.
Gramineae 488.
Grumilea 157, 418.
— *mikrantha* 418.
Guatteria 294.
— *Hilariana* 296.
— *nigrescens* 296.
Gymnodinium 388, 396, 398.
— *aeruginosum* 391, 498.
Gymnodium palustre 391.
Gypsophila elegans 487.
— *paniculata* 487.
— *perfoliata* 487.
— *repens* 487.
— *scorzonerifolia* 487.

Halteria grandinella 391, 498.
Hausschwamm 483.
Helianthus 62—64.
— *annuus* 61, 153, 558, 559, 601.
Helichrysum arenarium 458.
Heloden 633, 634, 685, 745.
Hemerocallis 442, 445, 446.
— *fulva* 441.
Hemiaulus 397.
Hevea 52.
— *brasiliensis* 52.
Hibiscus syriacus 487.
Hippocrateaceen 541.
Hordeum coeleste 488.
— *distichum* 488.
— *hexastichum* 488.
— *murinum* 488.
— *trifurcatum* 488.
— *vulgare* 488.
Hornschuchia 301.
Hyacinthus 24.
— *orientalis* 654.
Hyalodema 1.
Hydrocharides 293.
Hydrodictyon 525.
— *utriculatum* 525.
Hydrurus 113, 121.
Hymenomonas 196.
Hyphaene 169.
— *guineensis* 51.

„*Import-Bibit*" 333.
Ipomoea purpurea 642.
Iridaceae 298.
Iris 369.
— *asiatica* 369.
Isatis tinctoria 490.
Isochrysideaceen 196.
Isochrysidales 195, 203.
Isoetes 492, 495, 639, 644.

Jungermannia hyalina 490.
— *Michauxii* 490.

Kephyrion 532.
— *sitta* 532.
Kieselflechten 261.
Kompositen 541, 542.
Kulturfeige, weibliche 93.

Lagenella 193.
La-Hire-Feige 96.
Lamium 633, 634, 635.
Lamprocystis rosco-persicina 391.
Lampropedia hyalina 387, 391.
Lardizabalaceae 299, 541.
Larix 60, 62, 681.
Lathyrus odoratus 99, 111.
Lauderia annulata 667.
Lauraceae 299.
Lebermoos 487.
Lecidea crustulata 268.
Leca 542.
Lejeunia serpyllifolia 490.
Lens esculenta 420.
Lepachys 562.
— *pinnatifida* 562.
Lepidodiscus elegans 664.
— *imperialis* 664.
— *stella* 664.
Lepocinclis 193.
Leptodon 335, 336, 339.
— *Smithii* 347.
Leptonema 62.
Leucodon 335, 336, 339.
— *sciuroides* 347.
Ligniera 50.
Liliaceen 338, 488.
Lilium candidum 410.
Lillia viticulosa 540.
Lindbladia effusa 237.
Linsen 97.
Linum 670, 671.
— *usitatissimum* 595.
Lionotus anser 391.
Liquidambar styraciflua 672, 674.
Listera 362, 369.
— *orata* 362.
Lithophyllum Battersii 27.
— *cristatum* 26.
— *dentatum Echini* form. *duplex* 26.
— f. *globosa* 26.
— *expansum* forma *primigenia* 26.
— *incrustans* 26.
— *incrustans* forma *crispula* 26.
— f. *depressa* 26.
— *papillosum* 27.
— *rubrum* 27.
— *subtenellum* 27.
— *tortuosum* 26.
Lithothamnien 26, 28, 30, 32
Lithothamnion alcicorne 30.
— *calcareum* 29, 31, 32.
— *calcareum* f. *compressa* 30.
— *calcareum* f. *crassa* 30.
— *calcareum* f. *flabelligera* 30.
— *calcareum* f. *primiramosa* 31, 32.
— *calcareum* f. *squarrulosa* 29.
— *calcareum* f. *subvalida* 29.
— *coralloides* 28, 29, 31, 32.
— *coralloides* f. *australis* 29.
— *coralloides* f. *crassa* 30.
— *coralloides* f. *flabelligera* 30.
— *coralloides* f. *minuta* 30.
— *coralloides* f. *subsimplex* 29.
— *emboloides* 32.
— *fasciculatum* f. *fruticulosum* 31.
— *fruticulosum* f. *solata* 30, 31.
— *glaciale* 27.
— *glaciale* forma *botrytoides* 27.
— *gracile* 28, 30.
— f. *flabelligera* 28.
— *Lenormandi* 32.
— *norvegicum* 29.
— *racemus* 30.
— *roseum* 28.
— *rubrum* 28, 31, 32.
— f. *australis* 28.
— f. *coralloides* 29, 30.
— f. *crassa* 30.
— f. *gracilis* 30.
— f. *minuta* 30.
— forma *primigenia* 28, 31, 32.
— *solatum* 30.
Livistona chinensis 45.
Lomaria 450.
Lophocolea bidentata 490.
— *heterophylla* 490.
Loxophyllum fasciola 391.
— *lomella* 391.
— *meleagris* 391.
Lunularia vulgaris 490.
Lynceus 389, 391.
Lyngbya bipunctata 391.
— *limnetica* 391.

Macrosporium commune 574, 575.
Madotheca 489.
— *platyphylla* 487, 488, 489, 490.

Magnoliaceae 299.
Mallomonaden 200.
Mallomonas 120, 196.
Malmea 294, 297.
Malva 634, 639.
— *crispa* 636, 637, 642.
— *rotundifolia* 638, 641, 645.
— *silvestris* 636, 637, 638, 640—646.
Malvaceae 487, 636.
Mamme 86, 87, 89—91.
Mammoni 90, 91.
Manihot Glaziovii 52.
Marantha 61, 63, 64.
Marchantia polymorpha 490.
Marsilia 305, 644.
Martinezia 40, 42, 44, 46.
— *aculeata* 40.
— *caryotifolia* 42, 47.
Mastigobryum deflexum 490.
— *trilobatum* 490.
Melandrium rubrum 437.
Melanotaenium 456, 457.
— *cingens* 457.
— *endogenum* 457.
— *Jaapii* 457.
Melobesia Lenormandii 32.
Melodorum 294, 295, 296.
Melosira 497, 498, 500, 503.
— *Binderiana* 391.
— *granulata* 391, 497.
— *italica* 391.
— *tenuis* 391.
— *varians* 391.
Menispermaceae 299, 541.
Mercurialis 62.
— *annua* 65, 437.
Merismopedia glauca 391.
Merulius 485, 486, 704—708.
— *lacrymans* 483, 486, 704.
Metopidia lepadella 391.
Metzgeria pubescens 490.
Micrampelis 62, 63.
Microcrasus 603.
Microcystis flos aquae 391.
— *ichthyoblabe* 391, 498.
Mikroglena 196.
Mikrospora 112, 123, 124.
Mikrothamnion 524.
Mitrephora Maingayi 298.
Monaden 391.
Monimiaceae 299.
Morus 70, 73.
— *alba* 73.
Mosenodendron 301.
Mougeotia parvula 391.
Mucor 391.
— *racemosus* 570, 571, 572, 573, 574 575, 576.
— *spinosus* 574, 576.
Multicilia 122.
Muscadinia 542.
Myristicaceae 299.
Myrsinaceae 157, 418.
Myxomyceten 245.

Nacgeliella 82, 197, 203.
Nannochloris minima 532.
Nannochrysis mikroplankton 533.
Nauplius 498.
Navicula 391.
— *amphisbaena* 391.
— *cryptocephala* 391.
— *radiosa* 391.
Nectria 611, 615, 617—622.
— *de Jonge* 620.
— *ditissima* 616.
— *graminicola* 620.
— *moschata* 620
— *Rubi* 620, 621, 622.
Nelumbo 293, 299, 301.
Nelumbonoideae 300.
Neocosmospora vasinfecta 620.
Nephrodium 62.
Nephrolepis 375.
— *cordifolia* 376.
— subsp *atuberosa* 376.
— *hirsutula* 375, 376, 380.
— *philippinensis* 376.
— *Pluma* 376.
Nephroselmis 192, 196, 203.
Nerium 670.
Nicolia 538.
Nigella sativa 584.
Nitzschia acicularis 391, 498.
— *linearis* 391.
— *palea* 391.
— *sigmoidea* 391.
— var. *apiculata* 391.
— *vitrea* 391.
Notuluca miliaris 391.

Norantea guianensis 478.
Nuphar 62.
— *luteum* 299.
Nymphaea 293.
— *advena* 301.
Nymphaeaceae 299.
Nymphaeoideae 300.

Obeliscaria pinnata 562.
Ochromonadales 203.
Ochromonaden 200, 201.
Ochromonas 201.
— *crenata* 200.
— *mutabilis* 201.
— *tenera* 201.
Oedipoda 447.
Oedogonium 112, 123.
Oedogonium capillare 138.
Oenothera 60, 162, 448.
— *biennis* 162.
— *gigas* 160, 161, 163, 164, 165, 445.
— *gigas* × *O. Lamarckiana* 160, 161, 163—165, 445.
— *grandiflora* 162.
Oenothera-Hybriden 164.
— *Lamarckiana* 160—162, 164, 445.
— *Lamarckiana* × *O. gigas* 160, 161, 163, 166, 445.
— *lata* 160, 161.
— *lata* × *O. gigas* 160, 161, 448.
— *lata* × *O. gigas*, *gigas*-Typus 165.
— *lata* × *O. gigas*, *lata*-Typus 165, 166.
— *lata* × *O. Lamarckiana* 448.
— *rubricarpis* 162, 448.
Oicomonas 238.
Oligonema nitens 238.
Olpidium Brassicae 49.
Onagraceae 644
Ophidomonas 193.
Orchis 366, 367, 369.
— *incarnatus* 366, 367.
— *latifolius* 362, 364, 366, 367.
Ornithogalum lanceolatum 488.
— *longibracteatum* 488.
— *nutans* 488.
— *umbellatum* 188.
Orobanche 458.
Orobus vernus 487.
Orthotrichum Lyellii 336, 347.
Oscillaria 745, 746.
Oscillatoria Agardhii 387, 391, 402.
— *rubescens* 391.
Osmunda 62, 536.
— *regalis* 537.
Osmundaceen 534.
Osmundites 534—537.
— *Carnieri* 535, 536, 538, 539.
— *Dowkeri* 535.
— *Dunlopi* 535.
— *Gibbiana* 535.
— *schemnicensis* 535.
— *skidegatensis* 535, 539.
Oxalis 305.
Oxandra 294.
Oxyrrhis 196, 203.
Oxytricha pellionella 391.

Palatinella 117—120, 122, 123.
— *cyrtophora* 117, 124.
— forma *minor* 124.
Palmella 389.
Palmen 181.
Paludina vivipara 220.
Pandorina morum 391.
Papaver somniferum 595.
Papilionaceen 421, 487.
Parmelia 9.
— *acetabulum* 9.
— *aspidota* 6.
— *parietina* 8.
Parthenocissus 543.
— *quinquefolia* 542.
Pavetta 157.
— *angustifolia* 418.
— *indica* 416, 417, 418.
— *lanceolata* 418.
Pedagnuoli 91, 93, 94.
Pediastrum 503.
— *Boryanum* 387, 392, 497, 500.
— *duplex* 392, 500.
— *pertusum* 392, 498.
— *tetras* 392.
Pedinella 112, 118—122.
— *hexacostata* 112, 117, 118, 123
Pellia epiphylla 490.
Penicillium 575.
— *glaucum* 573, 574, 575.
Penicillus arbuscula 141.
— *mediterraneus* 140.

Penium navicula 392.
Perezia 560, 561.
Peridiniales 390—392.
Peridinium 388, 501.
— *minimum* 392.
— *pusillum* 388, 392.
— *tabulatum* 392.
Peronospora 215, 216.
— *Alsinearum* 219.
— *parasitica* 227.
Peronosporeen 215, 216, 218, 219.
Pertusaria communis 8.
Phacomonas 519, 522, 523.
— *pelagica* 518, 523.
Phacotus 193.
— *lenticularis* 387, 392, 497.
Phacus 193.
— *caudata* 392.
Phaeocapsaceae 77, 82, 197, 198—200, 202, 203.
Phaeochrysidales 194, 203.
Phaeococcus 82, 197, 203.
— *Clementi* 82, 197.
— *marinus* 82, 83, 119, 197.
Phaeocystis 82, 197, 203.
Phaeodactylon 202.
Phaeoderma 197.
Phaeophyceen 198, 199, 202, 203.
Phaeoplax 197, 200, 203.
— *marina* 197.
Phaeothamniaceen 199.
Phaeothamnion 197, 198, 203.
Phaseolus 26, 426, 468, 471.
— *multiflorus* 22, 150, 420, 422—426, 461, 465, 467.
— *vulgaris* 19, 21, 22, 24, 25, 420, 422, 423, 654.
Phlox Drummondii 584, 585.
Phoenix canariensis 40, 45, 47.
Phycomyceles 227, 391.
Phymatolithon compactum 32.
— *investiens* 32.
— *laevigatum* 32.
— *loculosum* 32.
— *polymorphum* 27.
— *polymorphum* f. *Battersii* 27, 33.
— *polymorphum* forma *coerulescens* 27.
— *polymorphum* forma *valida* 27.
Physarum compressum 238.
— *didermoides* 238, 239.
Physarum nutans 238.
Physcia parietina 11.
Physcomitrium piriforme 494.
Physiotium sphagnoides 490.
Phytelephas macrocarpa 51.
Phytophthora 383.
Picea 681.
— *excelsa* 175.
Pilobolus 350.
Pinus 357, 681.
— *silvestris* 175.
— *strobus* 175, 177.
Pionnotes 618.
Piper fluminense 542.
Piperaceen 541, 542.
Pisum sativum 99, 420, 473—476, 654.
Pithophora Röttleri 138.
Plagiochila asplenoides 490.
Planophila 530.
Plantago 178.
— *major* 178.
Pleurococcus 7.
Plasmodiophora 49.
— *Brassicae* 2, 49, 226.
Plasmodiophorazeen 48.
Plasmopara 215, 216.
— *densa* 219.
Pleurosigma attenuatum 392.
Poa pratensis 588, 709.
Podocarpus 450.
Podozamiteen 454.
Podozamites 450, 452—455.
— *distans* 450, 451, 452, 454, 455.
Polyarthra platyptera 392.
Polycarpicae 292, 293, 298—300.
Polycystis 497, 498—500, 502, 503.
— *aeruginosa* 392, 497, 500.
Polygonatum 62, 64.
— *multiflorum* 61.
Polygorum tinctorium 136.
Polyporus 232, 706.
— *igniarius* 706.
— *sulfureus* 706.
Polytoma 291.
Polytrichum 590.
— *commune* 590, 591, 594.
— *formosum* 590.
Populus 679, 680, 682, 683, 684.
— *alba* 683, 684.
— *balsamifera* 278, 282, 283.

Populus berolinensis 682.
— *canadensis* 277, 283, 682.
— *euphratica* 682.
— *laevigata* 682.
— *monilifera* 682.
— *nigra* 682, 684.
— *pyramidalis* 682.
— *tremula* 682, 684.
— *tremuloides* 682.
Posidonia 398.
— *oceanica* 398.
Potentilla 643.
Preissia commutata 490.
Profichi 87, 88, 90—92, 95, 96.
Profico 86, 92, 94.
Prorocentrum 193.
Proteaceae 309.
Protochrysis 191, 192, 194—196, 198—200, 203.
— *phaeophycearum* 192.
Protococcales 387, 389, 390—393.
Protococcus 7.
Protozoen 392.
Prunus 280, 603.
— *triloba* 274, 276, 280.
Psaronius Cottai 545, 547.
— *Haidingeri* 548.
Psilotum 167, 168, 170, 175.
— *flaccidum* 168.
— *triquetrum* 166, 168, 172, 174.
Psychotria 157, 418.
— *alsophila* 416, 417, 418.
— *bacteriophila* 418.
— *umbellata* 417, 418.
Pteridomonas 113, 119, 121, 122.
Pteromonas 524.
Pterostylis 728—730, 734, 737, 738.
— *acuminata* 736.
— *austrocaledonia* 735.
— *Baptistii* 736.
— *barbata* 729, 738.
— *concinna* 728, 735, 736.
— *curta* 728, 732, 733—738.
— *cycnocephala* 728, 732.
— *Daintreyana* 729, 732.
— *longifolia* 728, 729—732, 734, 735, 738.
— *Mitchellii* 729, 732.
— *nutica* 728, 732.
— *nutans* 732, 735, 736.
— *obtusa* 728, 736, 737.
Pterostylis ophioglossa 735, 736
— *parviflora* 736.
— *pedoglossa* 736.
— *pedunculata* 736.
— *recurva* 736.
— *reflexa* 736.
— *rufa* 728, 732.
— *squamata* 729, 732.
— *striata* 736.
— *trullifolia* 728, 735—737.
— *turfosa* 729, 738.
— *Woollii* 728, 732.
Ptilidium ciliare 490.
Pyramidochrysis 526.
Pyrenula nitida 7.
Pythium 215, 216.
— *de Baryanum* 226.
— *ultimum* 227.
Pyxidicula 664 - 668.
— *bollensis* 665, 668.
— *cruciata* 668.
— *hellenica* 668.
— *liasica* 665, 668.

Quercus pedunculata 275, 282.

Radula complanata 490.
Ranunculaceae 299, 541.
Ranunculus arvensis 458.
— *sceleratus* 583, 584, 589, 715.
Red Gum 674.
Rhaphidium polymorphum 392.
Rhaphidomonas 199.
Rhizocarpon coniopsoideum 268.
— *geographicum* 268.
Rhizoclonium 144.
— *Berggrenianum* 144.
— *fissum* 143.
— *Kerneri* forma *endozootica* 144
Rhizoctenium fissum 145.
Rhizoctonia violacea 611.
Rhizomyxa 48, 50.
— *parasitica* 48.
Rhizophora 309, 317, 476, 477.
— *conjugata* 477.
— *mucronata* 477.
Rhizophoraceae 308, 317.
Rhizopoda 389, 390.

Rhizopus 486.
Rhizosolenia 398. 741. 742.
— *eriensis* 739. 741. 742. 743.
— *longiseta* 392. 739. 741. 743.
— *minima* 739. 741. 743.
— *morsa* 739. 741. 742. 743.
— *stagnalis* 739. 741. 743.
— *victoriae* 739. 740. 741. 742. 743.
Rhodomonas 193. 195. 196. 202. 284.
— *baltica* 195. 196. 203.
— *pelagica* 195. 196. 203.
Rhodophyceen 202.
Rhopalodia gibba 392.
Rhytisiphon 138. 139. 140. 141. 607. 610.
— *caespitosum* 138.
— *tahitense* 138. 145. 607. 609. 611.
Ribes 654.
Riccia crystallina 490.
— *fluitans* 490.
— *glauca* 490.
— *minima* 490.
— *natans* 490.
Richteriella 503.
— *botryoides* 392. 500.
Ricinus 424. 426.
— *communis* 420. 424—426.
Robinia 280. 281. 305.
— *Pseudacacia* 276. 277. 280. 284. 306. 420.
Rodophyceen 632.
Rollinia 294. 296. 297.
Rotatoria 389—392. 497. 500.
Rotifer vulgaris (*Rotatoria*) 392.
Rubiaceen 416. 418.
Rubus idaeus 611. 621.
Rudbeckia 562.
— *fulgida* 562.
— *hirta* 562.
— *laciniata* 562.
— *pallida* 562.
— *pinnata* 562.

Saccharomyces 397. 620.
— *cerevisiae* 254. 255.
— *farinosus* 403.
Salix 679. 680. 683. 684.
— *alba* 681. 682. 683.
— *alba* × *pentandra* 681.
— *amplexicaulis* 681. 682.
— *amygdalina* 681.
Salix amygdalina × *cinerea* 681.
— *angustifolia* 681.
— *appendiculata* 681.
— *arctica* 681. 682.
— *aurita* 681. 684.
— *auritoides* 681.
— *austriaca* 681. 682.
— *babylonica* 681. 682. 683.
— *bicolor* 681. 682.
— *caesia* 681.
— *calliantha* 681.
— *Caprea* 681. 682.
— *Caprea* × *cinerea* 681.
— *Caprea* × *daphnoides* 681.
— *cinerea* 681.
— *cinerea* × *aurita* 681.
— *cinerea* × *elaeagnifolia* 681.
— *cinerea* × *viminalis* 681.
— *daphnoides* 681.
— *daphnoides* × *purpurea* 681.
— *dasyclados* 681.
— *Daviesii* 681. 682. 683.
— *digenea* 681.
— *elaeagnifolia* 681.
— *Erdingeri* 681. 682.
— *fragilis* 680. 681.
— *fruticulosa* 681.
— *grandifolia* 681.
— *Hegetschweileri* 681.
— *hexandra* 681. 682.
— *hircina* 681.
— *holosericea* 681.
— *Hookeriana* 681. 682.
— *Humboldtiana* 681.
— *Humboldtii* 682.
— *incana* 681.
— *incana* × *Caprea* 681.
— *incana* × *cinerea* 681.
— *incana* × *daphnoides* 681.
— *incana* × *purpurea* 681.
— *integrifolia* 681.
— *intermedia* 681. 682.
— *Krausei* 681.
— *Lapponum* × *purpurea* 681.
— *Lapponum* × *viminalis* 681.
— *livida* 681. 682.
— *longifolia* 681.
— *lutescens* 681.
— *mauternensis* 681.
— *Mielemii* 681. 682.

Salix Michelhoferi 681.
— *myrtoides* 681.
— *nigra* 681.
— *nigricans* 681.
— *nitens* 681.
— *pallida* 681.
— *pentandra* 681.
— *pentandra* × *fragilis* 681.
— *permixta* 681, 682.
— *persica* 681.
— *phylicifolia* 681, 682.
— *Pokornyi* 681.
— *purpurea* 681.
— *purpurea* × *aurita* 681.
— *purpurea* × *Caprea* 681.
— *purpurea* × *grandifolia* 681.
— *Reichhardtii* 681.
— *rubra* 681.
— *Schattlorii* 681.
— *sericans* 681.
— *Séringeana* 681.
— *silesiaca* 681.
— *Smithiana* 681.
— *Spaethi* 681.
— *stipularis* 681.
— *subsericea* 681.
— *Teplouchovi* 681.
— *vagans* 681, 682.
— *viminalis* 680, 681, 682.
— *viminalis* × *Caprea* 681.
— *viminalis* × *cinerea* 681.
— *viminalis* × *daphnoides* 681.
— *viminalis* × *purpurea* 681.
— *Wichurae* 681.
— *Wimmeri* 681.
Sambucus 61—64, 634.
— *nigra* 61.
Saponaria officinalis 487, 488.
Saprobien 401.
Saprolegnia 211, 215, 217, 224, 226, 227.
— *mixta* 220, 226.
— *monoica* 215, 220, 226.
Saprolegniaceae 210, 226, 227.
Saprolegnieen 214, 216, 218, 220, 224.
Sarcocephalus Diderichii 672.
Scapania nemorosa 490.
Scenedesmus 497, 503.
— *acuminatus* 392.
— *acutus* 392.
— *bijugatus* 392.
Scenedesmus caudatus 498.
— *obliquus* 392, 500.
— *quadricauda* 387, 392, 500.
Schizomycetes 387, 390—392.
Schizophyceae 389, 391.
Schroederia setigera 392, 500.
Scilla 24.
Sclerospora 215, 216.
— *graminicola* 219.
Scrophularia 338.
Scrophulariaceae 319.
Sedum 358.
— *acre* 357, 358.
— *album* 357, 358.
— *Fabaria* 358, 359.
— *reflexum* 358.
Selaginella 534, 339, 341, 342, 345, 346, 495, 639, 644.
— *lepidophylla* 334, 335—340, 342, 344, 345.
— *peruviana* 334, 335, 337, 339, 340, 344.
Selenastrum 500.
— *bibraianum* 392.
Siphoneae 138.
Skeletonema 667.
— *costatum* 667.
Solanaceen 421.
Soralpidium Betae 48, 49, 50.
Sorosphaera 48, 49.
Sphaeranthera 31.
Sphaeranthus 560.
Sphaerocystis Schroeteri 392.
Sphaerotilus natans 392.
Sphaleromantis 526.
Spirillum rugula 392.
Spirogyra 255, 259, 350, 351, 354, 355, 745, 746.
— *crassa* 254, 255.
Spongites coralloides 28.
— *crassa* 30.
Spongomonas 291.
Spongomorpha 139.
Sporodinia 233.
— *grandis* 246.
Squamolithon 31.
— *Lenormandi* 32.
— f. *Roscovicense* 32.
Stangeria paradoxa 450.
Staurastrum 500.
— *gracile* 392.

Steganosporium compactum 74.
— *Kosaroffii* 74.
— *Sirakoffii* 74.
Stemonitis 239.
— *flaccida* 239, 246.
— *fusca* 238.
Stemphyliopsis Annie L. Smith 1.
Stentor coeruleus 392.
Stephanodiscus astraea 392.
— *Hantzschianus* 387, 392, 497, 498.
Stephanopyxis 666—668.
— *Palmeriana* 667.
— *Turris* 667.
Stereum 232.
Stichococcus 530, 531.
— *bolonophorus* 532.
Stichogloea 197.
Stichospora crassa 30.
— *racemus* 30.
Stictodiscus conicus 662.
— *uankoorensis* 662.
Stigeoclonium tenue 392.
Streblonema 198.
Streptococcus margaritaceus 392.
Strobilanthes 549, 553, 556, 557.
— *agrestis* 553.
— *anisophyllus* 549, 550—552, 555—557.
— *auriculatus* 553.
— *Brunonianus* 553.
— *capitatus* 553.
— *caudatus* 553.
— *deflexus* 553.
— *denticulatus* 553.
— *Dyerianus* 556.
— *divaricatus* 553.
— *glomeratus* 549, 555, 557, 558.
— *isophyllus* 550, 551.
— *khasyanus* 553.
— *Manii* 556, 557.
— *nutans* 553.
— *pulcherrimus* 553.
— *radicans* 553.
— *rhombifolius* 553.
— *rufescens* 553.
— *Sabinianus* 553.
— *secundus* 553.
Strombidium turbo 392.
Stylonychia mytilus 392.
Surirella 392.
Sweet-Gum 674.
Synchaeta pectinata 497.
— *tremula* 498.
Synerypta 196.
Synedra actinastroides 392, 497, 498, 500, 503.
— *acus* 387, 392, 497, 498.
— *delicatissima* 392.
— *ulna* 392.
Synuren 200.
Synura reticulata 124.
— *uvella* 392.
Synursa 195.
Syringa 276, 280, 338, 634.
— *vulgaris* 275, 280, 281, 284.

Tabellaria fenestrata 392.
— *flocculosa* 392.
Tagetes erectus 559.
— *patulus* 559.
Tetracoccus 530.
Teucrium montanum 456, 458.
Thea chinensis 53.
Theobroma Cacao 51, 53.
Thiopedia rosea 392.
Thiospirillum 387.
— *sanguineum* 392.
Thyrococcum 70, 71, 74.
— *compactum* 74.
— *punctiforme* 74.
— *Sirakoffii* 70.
Thyrostroma 74.
— *Kosaroffii* 72, 73, 74.
— *Mori* 74.
— *Vleugelianum* 74.
Tilia 147, 153.
Tintinnidium fluviatile 392.
Topbibit 331.
Trachelomonas 193, 387.
— *hispida* 392, 498.
— *volvocina* 392.
Tradescantia 256, 442, 445, 446, 447, 654.
— *discolor* 254, 255, 256, 259, 351, 352.
— *virginica* 437, 438, 441, 449, 657, 659.
Trentepohlia 7, 143.
Trianea 350.
Triceratium favus 663.
Trichia varia 238.
Trichocolea Tomentella 490.
Trifolium 305.
Triticum 149.

Tropaeolum 99, 108. 111.
Trullula dothideoides 385.
Tsuga 681.
Tubercularia nigricans 70.
Tubulina cylindrica 237.
Tulipa 406. 408. 409—414, 655.
Tunica Saxifraga 487.
Typocrasus 603.

Udotea ciliata 140.
– *Desfontainii* 140.
— *minima* 140, 141.
Udoteae 141. 606, 607.
Ulmaceen 373.
Ulmus 372, 374.
Ulvaceen 77.
Unona 294.
Unonopsis 294.
— *Lindmani* 296. 297.
— *Riedeliana* 298.
Uredineen 333.
Urfeige 89, 91.
Urocentrum turbo (*Ciliata*) 393.
Urocystis 458.
— *Leimbachii* 458.
— *Orobanches* 458.
Uroglena volvox 393.
Ustilagineen 458.
Uvaria 294. 297.
— *Chamae* 295.
— *sphenocarpa* 298.

Verbascum 578. 582.
— *Lychnitis* 579.
— *nigrum* 579.
— *thapsiforme* 578, 579. 581.
— *Thapsus* 578—583.
Veronica arvensis 50.
— *longifolia* 588.
— *tetrasticha* 450.
Vicia 695.
— *Faba* 149, 151, 153, 154, 471, 473—476, 656, 695.
— *Faba Windsor* 148. 151, 152.
— *sativa* 99. 109, 111.
— spec. 420.
Vinca 670.
Vitaceen 541. 542. 543.
Vitis 299. 542.
— *rotundifolia* 540. 542. 543.
— *vinifera* 278. 280. 283.
Vitoxylon Oheni 541. 543. 544.
Volvocaceen 402.
Volvocales 291.
Volvox aureus 393.
Vorticella 113.
— *microstoma* 393.
— *nebulifera* 393.
westindisches Satinholz 672. 673.
— *Seidenholz* 672.
Wicken 97. 99, 103. 111.
Wikstroemia indica 246.
wilde Feige 91.
Wyssotzkia 194. 195. 197. 203.

Xanthodiscaceae 194.
Xanthodiscus 194.
Xanthoria 8. 11. 12.
— *parietina* 8, 11.
Xyleborus 51. 53—57.
— *Coffeae* 53.
— *cognatus* 52.
— *confusus* 53.
— *cryptographus* 50.
— *dispar* 50. 54, 56. 58.
— *dryographus* 50.
— *fornicatus* 53.
— *lineatus* 50. 58.
— *monographus* 50.
— *Saxeschni* 50.
— *spatipennis* 52.
Xylopia 294.
— *brasiliensis* 296. 297.
Xylopsaronius 545, 546. 548.
— *Cottai* 545.
Xyloterus domesticus 50.

Zamites distans 452.
Zea Mays 149. 150. 153. 505.
Ziziphus 2.
— *Baclei* 2.
Zoogloea 397.
Zoxanthella 194, 203.
— *nutricola* 194.
Zygnemaceae 391.

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 18. März 1912.)

Ehrenpräsident.

S. Schwendener, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Ehrenmitglieder.

Bower, F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow**, 1. Hillhead, St. Johns Terrace. Erwählt am 12. September 1907.

Famintzin, A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg**. Erwählt am 1. Dezember 1903.

Fries, Dr. **Th. M.**, em. Professor der Botanik an der Universität in **Uppsala**. Erwählt am 12. September 1907.

Nathorst, Dr. **Alfred G.**, Professor und Direktor des Phytopaläontologischen Museums, Mitglied der Kgl. Schwed. Akademie der Wissenschaften in **Stockholm**, C. Drottninggatan 96. Erwählt am 12. September 1907.

Nawashin, Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Swjatoschino**, Gouv. Kiew. Erwählt am 12. September 1907.

Prain, Dr. **David**, Direktor der Botanischen Gärten in **Kew** bei London. Erwählt am 12. September 1907.

Thaxter, Dr. **Roland**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

Van Tieghem, Ph., Professor der Botanik, Mitglied des Institut de France in **Paris**, 16 rue Vauquelin. Erwählt am 12. September 1907.

de **Vries**, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität in **Amsterdam**, Parklaan 9. Erwählt am 24. September 1891.

Warming, Dr. **Eug.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Museums, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen**. Erwählt am 24. September 1891.

Winogradsky, Dr. **Sergius**, in **St. Petersburg**, Kaiserl. Institut für experimentelle Medizin. Erwählt am 12. September 1907.

Wittrock, Dr. **V. B.**, Professor der Botanik, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in **Bergielund**, Albano bei Stockholm. Erwählt am 7. August 1908.

Korrespondierende Mitglieder.

Andersson, Dr. **Gunnar**, Professor in **Djursholm** bei Stockholm.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg**.

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und Botanischen Museums in Florenz, z. Z. in **Baudino** bei Florenz, Villa Beccari.

Beijerinck, Dr. **M. W.**, Professor am Polytechnikum in **Delft** (Holland).

Bonnier, Dr. **Gaston**, Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris**, Rue d'Estrapade 15.

Briquet, Dr. **John**, Direktor des Botanischen Gartens in **Genf**.

Brotherus, Dr. **Viktor Ferdinand**, Professor in **Helsingfors**.

de **Candolle**, **Casimir**, in **Genf**.

Cavara, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel**.

Chodat, Dr. **Robert**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Christ, Dr. **Hermann**, Oberlandesgerichtsrat in **Basel**, St.-Jakob-Str. 9.

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S. in **Cambridge** (England), 13 Madingley Road.

Elfving, Dr. **Fredrik**, Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Helsingfors**.

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Flahault, Dr. **Charles**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier**.

Guignard, Dr. **Léon**, Professor der Botanik an der Ecole supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France in **Paris**, 1 rue des Feuillantines.

Harper, R. A., Professor an der Columbia-Universität in **New York** (U. S. A.).

Hemsley, W. B., F. R. S., F. L. S. in **Kew** bei London.

Henriques, Dr. **J. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

Ikeno, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Tokio.**

Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen.**

v. Lagerheim, Dr. **G.**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm.**

Lecomte, Dr., Professor in **Paris.**

Mangin, Dr., Professor in **Paris.**

Massart, Dr. **J.**, Professor an der Universität in **Brüssel.**

Matsumura Dr. **J.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Tokio.**

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor an der Universität in **Tokio.**

Oliver, Daniel, Professor der Botanik, Mitglied der Royal Society in **Kew** bei London.

Oliver, F. W., Professor der Botanik am University College in London 1 the Vale, **Chelsea** bei London SW.

Palladin Dr. **Wl. J.**, Professor an der Universität in **St. Petersburg.**

Penzig, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Genua.**

Reiche, Dr. **Karl**, Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico**, D. F. Apartado 656.

Ridley, H. N., M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Singapore.**

Robinson, Dr. **B. L.**, Professor an der Universität und Kurator des Gray-Herbariums in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Rothert, Dr. **Wl.**, früher Professor an der Universität in Odessa, in **Krakau**, Kilinskistraße 1.

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua.**

Scott, Dr. **D. H.**, in **East Oakley House**, Oakley, Hants (England).

Seward, A. C, Professor in **Cambridge**, Huntingdon Road (England).

Stapf, Dr. **Otto**, Keeper of Herbarium and Library in **Kew** bei London.

Trelease, William, Professor an der Universität, Direktor des Missouri Botanical Garden in **St. Louis** (U. S. A.).

Went, Dr. **F. C.**, Professor der Botanik in **Utrecht** (Holland).

Wildeman, Dr. **Em. de**, Professor in **Brüssel.**

Wille, Dr. **J. N. F.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Christiania**.

Willis, **John Chr.**, M. A., früher Direktor des Botan. Gartens in Peradeniya (Ceylon). Adr. Mrs. Harris, 36 Cable Road, **Hoylake**, Birkenhead (England). Vom April d. J.: Direktor des Botanischen Gartens in Rio de Janeiro.

Mitglieder.

Abranowicz, **Erna**, in **Wien IX**, Burggasse 29.

Abromeit, Dr. **Johannes**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Tragheimer Kirchenstraße 30.

Allen, Dr. **Charles E.**, Professor of Botany in the University of Wisconsin in **Madison**, Wis. (U. S. A.), 2014 Chamberlain Avenue.

Ambronn, Dr. **H.**, Professor und Direktor des Instituts für Mikroskopie an der Universität in **Jena**, Goethestraße 18.

Anders, **Gustav**, Lehrer in **Westend** bei Berlin, Akazienallee 29.

Anderson, Dr. **Alexander P.**, 5558 Everett Avenue, American Cereal Co., in **Chicago**, Ill. (U. S. A.).

Andrée, **Ad.**, Apothekenbesitzer in **Hannover**, Schiffgraben 36.

Andres, **Heinrich**, Lehrer in **Bonn W** (Poppelsdorf) Kirschallee 12.

Andrews, Dr. **Frank**, **Marion**, Associate Professor of Botany an der Indiana University in **Bloomington**, Indiana (U. S. A.), 901 East 10th Street.

Anisits, **Daniel**, Professor, in **Steglitz** bei Berlin, Zimmermannstr. 2, III.

Appel, Dr. **Otto**, Regierungsrat, Mitglied der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** - Steglitz bei Berlin.

Arcangeli, Dr. **Giov.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Pisa**, Via S. Maria.

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

Arthur, **J. C.**, Professor der Botanik an der Purdue University in **Lafayette**, Indiana (U. S. A.).

Ascherson, Dr. **Paul**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W**, Bülowstraße 50, pt.

Baccarini, Dr. **Pasquale**, Professor und Direktor des Reale Orto botanico in **Florenz**, Via Lamarmora Nr. 6 bis.

Bachmann, Dr. **E.**, Professor, Konrektor am Realgymnasium in **Plauen** im Voigtlande, Leißnerstr. 1.

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**, Brambergstr. 5a.

Baesecke, **P.**, Apotheker in **Braunschweig**, Fiermarkt 1.

Ball, Dr. **O. Melville**, Professor der Biologie in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Bally, Dr. **Walter**, Assistent am botan. Institut der Universität in **Bonn**, Kurfürstenstr. 11.

Bartke, **R.**, Professor an der städtischen Realschule in **Kottbus**, Turnstr. 7, pt.

Baur, Dr. **Erwin**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin N**, Invalidenstr. 42. Wohnung: Friedrichshagen bei Berlin.

Beck, Dr. **Günther, Ritter von Mannagetta und Lerchenau**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Instituts der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Becker, **H.**, Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

v. Behren, Dr. **Friedrich**, in **Wilhelmsburg** (Elbe), Veringstr. 30.

Behrens, Dr. **Joh.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Belajeff, Dr. **W.**, Kurator der Volksaufklärung in **Warschau**, Krakauer Vorstadt 28 (Rußland).

Benecke, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin NW**, Botan. Institut, Dorotheenstr. 6.

Berthold, Dr. **G.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts in **Göttingen**.

Bessey, Dr. **Ernst A.**, B. Sc., M. A., Professor of Botany am Michigan Agricultural College in **East Lansing**, Michigan (U. S. A.).

Beyer, **R.**, Professor, Oberlehrer in **Berlin O**, Raupachstr. 13, I.

Bitter, Dr. **Georg**, Direktor des Botanischen Gartens in **Bremen**.

Blasius, Dr. **Wilhelm**, Geh. Hofrat, Professor und Direktor des Botanischen Gartens und des Naturhistorischen Museums in **Braunschweig**, Gaußstr. 17.

Bode, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, in **Hermsdorf** bei Berlin.

Boergesen, Dr. **Fr.**, Bibliothekar am Botanischen Museum in **Kopenhagen**, Östbanegade 7.

Bogen, **Alfred**, Lehrer in **Berlin O**, Eldenaer Str. 20.

Bohlin, Dr. **Knut**, Lektor, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Asögatan 79.

Boresch, Dr. **Karl**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Borzi, A., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo**.

Brand, Dr. **Friedrich**, in **München**, Liebigstr. 3.

Brandes, W., Medizinalrat, Apotheker in **Hannover**, Maschstr. 3a.

Braungart, Dr. **R.**, Professor in **München**, Fürstenstr. 18, I.

Brendel, R., Fabrikant botanischer Modelle in **Grunewald** bei Berlin, Bismarckallee 37.

Brick, Dr. **C.**, Professor, Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg V**, St. Georgskirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia** (Italien).

Bruck, Dr. **Werner Friedrich**, Privatdozent in **Gießen**, Liebigstr. 97, II.

Brunnkow, Reinhardt in **Stettin**.

Brunn, Dr. **Julius**, in **Kiel**, Harmsstr. 12b.

Brunnthaler, Josef, Konservator am botan. Institut der Universität, Generalsekretär der k. k. Zool.-botan. Gesellschaft in **Wien III**, Stanislausgasse 5.

Bubák, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Bücher, Dr. **Hermann**, Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun), z. Z. Buea (Kamerun).

Bucherer, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

Buchwald, Dr. **Johannes**, Abteilungsvorsteher an der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin NW 87**, Levetzowstr. 17.

Buder, Dr. **Johannes**, Privatdozent an der Universität in **Leipzig**, Botanisches Institut, Linnéstr. 1.

Burchard, Dr. **O.**, in **Puerto de Orotava, Teneriffa**, Kanarische Inseln. La Paz. Adr. für Paketsendungen: Kais. Deutsches Konsulat, Santa Cruz de Tenerife, Canarias, via Hamburg p. Wörmann-Linie.

Burgerstein, Dr. **Alfred**, k. k. Regierungsrat, a. o. Professor an der Universität in **Wien II/1**, Karmeliterplatz 5.

Burret, Dr., Assistent am botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin N4**, Invalidenstr. 42.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sizilien).

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann.-Münden**, Bismarckstr. 606a.

Busse, Dr. **Walter**, Geh. Reg.-Rat, Vortragender Rat im Reichskolonialamt, Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, in **Friedenau** bei Berlin, Kaiserallee 65.

Campbell, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Stanford University in **Palo Alto**, Kalifornien (U. S. A.).

Cavara, Dr., **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des Reale Orto botanico in **Neapel**.

Čelakovsky, Dr. **Ladislav**, Professor der Botanik an der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Kgl. Weinberge, Villa Gröbe.

Chamberlain, Dr. **Charles**, Associate Professor in Botany, in **Chicago**, Ill. (U. S. A.), University.

Chodat, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Christensen, **Carl**, mag. scient. in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Claußen, Dr. **Peter**, Professor, Privatdozent an der Universität Berlin, in **Steglitz** b. Berlin, Fichtestr. 48.

Conwentz, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, in **Berlin-Schöneberg**, Wartburgstr. 54.

Correns, Dr. **Carl E.**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Instituts der Universität in **Münster i. W.**, Schloßgarten.

Cuboni, Dr., Professor, Direktor der Stazione di Patologia vegetale in **Rom**, Via St. Susanna.

Czapek, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik an der k. k. Deutschen Universität in **Prag II**, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, Weinberggasse 3a.

Dalmer, Dr. **Moritz**, Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Möbdenitz (Sachsen-Altenburg).

Damm, Dr. **Otto**, ordentlicher Lehrer an der höheren Mädchenschule in **Charlottenburg 5**, Windscheidstr. 25.

Darbishire, Dr. **O. V.**, in **Newcastle-upon-Tyne**, Armstrong College, Cavendish Place 32.

Davis, Dr. **Bradley Moore**, Professor in **Philadelphia**, Pa. (U. S. A.), University of Pennsylvania, Botanical Loboratory.

Deleano, Dr. **Nicolas C.**, in **St. Petersburg**, Petersburgskaja Storana Bolschaja Puschkarskaja 28a, z. Z. Marburg a. L., Villa Sibiria.

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster und Assistent an der botan. Abteilung der Kgl. Forstakademie in **Eberswalde**, Schneiderstr. 7.

Dennert, Dr. **E.**, Professor, wissenschaftlicher Direktor des Keplerbundes in **Godesberg a. Rhein**, Römerstr. 23.

Detmer, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Jena**, Gartenstr. 2.

Derschau, Dr. **Max von**, in **Auerbach** an der Bergstraße (Hessen).

Diels, Dr. **L.**, Professor der Botanik in **Marburg a. d. Lahn**, Bismarckstraße 32.

Dietel, Dr. **P.**, Oberlehrer in **Zwickau**, Carolastr. 21.

Dingler, Dr. **Hermann**, Professor der Botanik in **Aschaffenburg** (Bayern), Grünewaldstr. 15.

Dittrich, Dr. **Gustav**, Gymnasialoberlehrer in **Breslau XVI**, Uferzeile 14.

Docters van Leeuwen, Dr. **W.**, in **Samarang** (Java).

Dohrn, Dr. **Reinhard**, Direktor der Zoologischen Station in **Neapel**.

Doposcheg-Uhlár, Dr. **J.**, k. k. Hauptmann a. D. in **München**, Ohmstr. 15.

Drude, Dr. **Oskar**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden**, Botanischer Garten.

Duggar, Dr. **M. Benjamin**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Cornell-Universität in **Ithaca**, New York (U. S. A.).

Dunzinger, Dr. **Gustav**, Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule in **München**.

Dusén, Dr. **P.**, in **Berg** bei Vreta Kloster, Östergotland in Schweden, z. Z. p. Adr. Dr. Vestermann in Curitzbo, Estado do Parona (Brasilien).

Duysen, Dr. **Franz**, Assistent an der vegetabilischen Abteilung der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule in **Berlin NW 23**, Altonaer Str. 10.

East, Dr. **Edward Murray**, Professor of Experimental Plant Morphologie an der Harvard University in Cambridge, Bussey Institution, **Forest Hills**, Mass. (U. S. A.).

Eberdt, Dr. **Oskar**, Kustos und Bibliotheksvorstand an der Geologischen Landesanstalt in **Grunewald** bei Berlin, Gillstr. 5.

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Ernst, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des Botanisch-physiologischen Laboratoriums der Universität in **Zürich IV**, Frohburgstraße 70.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Esser, Dr. **P.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln a. Rh.**

Ewert, Dr., Professor, Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des Pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

Faber, Dr. **F. C. von**, Vorsteher der Botanischen Laboratorien, s' Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

Falkenberg, Dr. **Paul**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Rostock i. M.**

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), Quincy Street 24.

Farmer, J. B., M. A., Professor der Botanik in **London W**, South Park, Gerrards Cross, Bucks.

Fay, Percy, B. A. (Cantab.), Int. B. Sc. (London), in **Berlin NW 23**, Holsteiner Ufer 21^{IV}.

Fedde, Dr. **Friedrich**, Oberlehrer in **Berlin-Wilmersdorf**, Weimarsche Straße 3.

Fedtschenko, Boris von, Oberbotaniker am Botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Feldbausch, Karl, stud. jur. in **Landau** (Pfalz), Postplatz.

Figdor, Dr. **W.**, Professor an der Universität in **Wien III**, Metternichgasse 4.

Fischer, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik in **Basel**, Botanischer Garten.

Fischer, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik in **Bern**, Kirchenfeldstr. 14.

Fischer, Dr. **Hugo**, Privatdozent der Botanik, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Deutschen Gartenbau-Gesellschaft, Schriftleiter der Gartenflora in **Friedenau** bei Berlin, Goßlarstr. 5.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander**, Kais. russischer Geheimer Rat, Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des Kaiserlichen Botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. **Hans**, Professor der Botanik, Direktor der Hamburgischen botanischen Staatsinstitute in **Hamburg**, Curschmannstr. 6 I.

Flahault, Dr. **Charles**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Focke, Dr. **W. O.**, Medizinalrat in **Bremen**, Beim Steinernen Kreuz 5.

Forenbacher, Dr. **Aurel**, Professor, Adjunkt am Botanisch-physiologischen Institut der Universität in **Agram** (Zagreb), Primorska ut. 28.

Forti, Dr. **Achille**, in **Verona**, Via St. Eufemia.

Fries, Dr. **Rob. E.**, Privatdozent an der Universität in **Uppsala.**

Fritsch, Dr. **Karl**, Professor der Botanik und Vorstand des Botanischen Laboratoriums an der Universität in **Graz** (Steiermark), Albertstraße 19.

Fritsch, Dr. **F. E.**, Professor der Botanik am East London College (University of London) in **London NW**, Brondesbury, 77 Chatsworth Road.

Fröschel, Dr. **Paul**, Assistent am Botan. Institut in **Czernowitz**.

Fuchs, Dr. **J.**, Assistent an der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Fünfstück, Dr. **Moritz**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart**, Ameisenbergstr. 7.

Furlani, Dr. **Hans**, Professor, k. k. Gymnasiallehrer in **Görz**, Corso Francesco Giuseppe 25.

Fürnrohr, Dr. **Heinrich**, Hofrat, Vorstand der Botanischen Gesellschaft in **Regensburg**.

Fujii, Dr. **K.**, Professor der Botanik in **Tokio**, Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität.

Fynn, Dr. **Enrique**, Professor der Chemie an der Universität und Direktor der landwirtschaftlichen Abteilung des Argentinischen Ministeriums in **Buenos Aires**, Granja Blanca, Cangaelo 3270/80 y Laprida.

Gaidukov, **N.**, in **Jena**, Ernst-Häckel-Platz 4.

Gassner, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent an der Universität Kiel, in **Hamburg 24**, Birkenau 28.

Gatin, Dr. **C. L.**, Préparateur de botanique à la Sorbonne in **Versailles** (Seine et Oise), 13 rue Jacques Boyceau.

Gehrmann, Dr. **K.**, Leiter des Botanischen Gartens in **Rabaul** auf Neu-Guinea.

Geisenheyner, **L.**, Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach**.

Giesenhagen, Dr. **Karl**, Professor d. Botanik, Vorstand des botanischen Instituts der Technischen Hochschule in **München**, Schackstr. 2, II.

Giessler, Dr. **Rudolf**, Kustos am Bot. Institut in **Leipzig**, Sidonienstr. 19.

Gilg, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität, Kustos am Botan. Museum in **Steglitz** bei Berlin, Grenzburgstr. 5.

Gjurašin, Dr. **Stjepan**, Prof. a. Mädchenlyzeum in **Agram** (Kroatien), Pantoviac 80.

Glück, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Brückenstr. 18, I.

Gobi, Dr. **Chr.**, Exzellenz, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg**, Wassilii Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.

Goebel, Dr. **K. von**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München**, Kemnatenstr. 55.

Goethart, Dr. **J. W. Chr.**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

Goodale, Dr. **George Lincoln**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Graebner, Dr. **P.**, Professor, Kustos am Botanischen Garten in Dahlem, in **Groß-Lichterfelde-West** bei Berlin, Viktoriastr. 8.

Grafe, Dr. **Victor**, Dozent der Botanik an der Universität in **Wien VIII.** Hamerlingplatz 9.

Gran, Dr. **H.**, Professor der Botanik an der Universität in **Christiania**, Botanisches Institut.

Grosser, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau X.** Matthiasplatz 1.

Grüß, Dr. **J.**, Professor, Oberlehrer in **Friedrichshagen** bei Berlin, Königstr. 5.

Grün, **Carl**, Assistent am Laboratorium für allgemeine Botanik an der Universität in **Zürich IV**, Universitätsstr. 87, III.

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von**, Privatdozent für allgemeine Botanik, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Berlin**, Dorotheenstr. 6.

Gwynne-Vaughan, **D. J.**, M. A., Professor der Botanik an der Universität in **Belfast**, Irland.

Haacke, Dr. **Otto**, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.**, Streits Berg.

Haase-Bessell, **Gertrud**, Frau verw. Dr. med. in **Dresden-N. 6**, Hospitalstr. 3, II.

Haberlandt, Dr. **G.**, Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts der Universität **Berlin**, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Berlin-Charlottenburg**, Lietzenseeufer 1.

Hagem, **Oscar**, cand. real., Stipendiat der Botanik in **Bergen** (Norwegen), Botanisches Institut des Museums.

Hagen, Dr. **J.**, Bezirksarzt in **Trondhjem** (Norwegen).

Hallier, Dr. **Hans**, Conservator am Reichshabarium in **Leiden** (Holland), Maria-Gonda-Straat 37.

Hämmerle, Dr. **J.**, Oberlehrer an der höheren Staatsschule in Döse bei Cuxhaven, in **Cuxhaven**, Marienstr. 29, I.

Hanausek, Dr. **T. F.**, k. k. Regierungsrat, Professor in **Krems** an der Donau, Tägl. Markt 5.

Hannig, Dr. **E.**, Prof. der Botanik an der Universität in **Straßburg i. E.**, Botanisches Institut.

Hanselmann, **E.**, stud. rer. nat., Assistent am Bot. physiol. Laboratorium d. Universität in **Zürich IV**, Leonhardstr. 19.

Hansen, Dr. **Adolf**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **Gießen.**

Hansteen, Dr. **B.**, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Aas** bei Christiania (Norwegen).

Harder, Dr. **Richard**, Assistent am Bot. Institut der Universität in **Kiel.**

Harms, Dr. **H.**, Professor, wissenschaftlicher Beamter der Königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Friedenau** bei Berlin, Ringstraße 44.

Harper, **R. A.**, Professor an der Columbia University New York City in **New York** (U. S. A.).

Harster, **Richard**, Assistent am Botan. Institut der Technischen Hochschule in **München.**

Hartmann, Dr. **Max**, Professor, Privatdozent der Zoologie an der Universität Berlin in **Halensee**, Kronprinzendamm 10.

Hartwich, Dr. **C.**, Professor der Pharmakognosie am Polytechnikum in **Zürich**, Freie Straße 76.

Haupt, Dr. **Hugo**, in **Bautzen**, Muettigstr. 35.

Hausrath, Dr. **Hans**, Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe**, Kaiserstr. 12.

Hecke, Dr. **Ludwig**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Heering, Dr. **W.**, in **Altona**, Alsenstr. 3, IV.

Hegi, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität in **München**, Richard-Wagnerstr. 27, III.

Heiden, Dr. **H.**, in **Rostock**, Prinz-Friedrich-Karl-Straße 2.

Heilbronn, Dr. **Alfred**, in **Charlottenburg**, Suarezstr. 15, I, G. H.

Heinricher, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität in **Innsbruck.**

Heinsius, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, P. C. Hoetstraat 144.

Hergt, **B.**, Professor in **Weimar**, Cranachstr. 8.

Hering, Dr. **Georg**, Realgymnasiallehrer in **Dresden-Blasewitz**, Realgymnasium, Kanzlerstr. 11, II.

Herpell, **Gustav**, Rentner in **St. Goar.**

Herrmann, **E.**, Königl. Regierungs- und Forstrat in **Langfuhr** bei Danzig, Kastanienweg 8.

Hesse, Dr. **Rud.**, Kgl. Ökonomierat, Direktor der Landwirtschaftlichen Winterschule in **Marburg a. d. L.**, Barfüßertor 26.

Hesselmann, Dr. **H.**, Dozent an der Universität in **Stockholm**, Högskola.

Heukels, **H.**, Lehrer an der Realschule in **Amsterdam**, Weesperzijde 81.

Hieronymus, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Grunewaldstr. 27.

Hildebrand, Dr. **F.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik in **Freiburg i. B.**, Karlstr. 65.

Hill, **A. W.**, M. A., Assistant-Director an Royal. Botanic. Gardens in **Kew**, Branstone Road 4.

Hill, **T. G.**, A. R. C. S., Assistant-Professor of Botany in **London WC**, University College.

Hillmann, Dr. **P.**, Geschäftsführer der Saatzuchtstelle der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW 11**, Dessauer Straße 14.

Hiltner, Dr., Regierungsrat, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsanstalt in **München-Schwabing**, Osterwaldstraße 9.

Hinneberg, Dr. **P.**, in **Altona-Ottensen**, Flottbeker Chaussee 29.

Hinze, Dr. **G.**, in **Zerbst**, Markt 15.

Höck, Dr. **Fernando**, Professor am Realgymnasium in **Perleberg**, Wittenberger Straße 15.

Hoffmann, Dr. **Ferd.**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spandauer Straße 6.

Hoffmeister, Dr. **Camill**, Leiter der Versuchsstation für Flachsindustrie in **Trautenau**.

Höhnel, Dr. **Fr., Ritter von**, Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, Karlsplatz 13.

Höstermann, Dr. **G.**, Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung und Lehrer an der K. Gärtner-Lehranstalt zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Südendstr. 12.

Hollrung, Dr. **M.**, Professor, Lektor für Pflanzenpathologie an der Universität in **Halle a. S.**, Dorotheenstr. 18, II.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin NW**, Dorotheenstr. 6.

Horn, **Paul**, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

Houtermans, **Elsa**, in **Wien I**, Börseplatz 6.

Hunger, Dr. **F. W. T.**, Direktor der Algemeen Proefstation, **Salatiga** (Java), z. Zt. Adr. Amsterdam, van Eeghenstraat 52.

Iltis, Dr. **Hugo**, Privatdozent an der Franz-Josef Technischen Hochschule in **Brünn**, Schnerlinggasse 28.

Issatschenko, Boris, Privatdozent der Botanik an der Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg,** Kaiserl. Botanischer Garten.

Istvánffi, Dr. **Gyula von (Schaarschmid, J.),** Direktor der Ungarischen Ampelologischen Zentralanstalt, in **Budapest II,** Törökvész, Debröi út 15.

Ivanow, Sergius, Magister der Botanik in **Halle a. S.,** Forsterstr. 47.

Iwanowski, Dr. **Dimitri,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Warschau,** Nowogrodzkastr. 60.

Jaap, O., Lehrer in **Hamburg 25,** Burggarten 1a.

Jaccard, Dr. **Paul,** Professor d. Botanik am Eidgen. Polytechnikum in **Zürich,** Konkordiastr. 12.

Jahn, Dr. **Eduard,** Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg 5,** Witzlebenstr. 41.

Janzen, Nikolaus, stud. phil. in **Zürich IV,** Kinkelstr. 70.

čič, Dr. **Alois,** in **Wien VIII,** Stolzenthaler Gasse 4.

Jensen, Hjalmar, in **Buitenzorg** auf Java, 's Lands Plantentuin.

Johannsen, Dr. **W.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen,** Botanischer Garten, Gothersgade 140.

Johnson, Dr. **T.,** F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin.**

Jongmans, Dr. **Wilhelm,** Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Holland), Breetstraat 137.

Jost, Dr. **Ludwig,** Professor der Botanik in **Straßburg i. E.,** Botan. Institut der Universität.

Junk, W., in **Charlottenburg,** Kurfürstendamm 201.

Kabát, Jos. Em., emeritierter Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen).

Kamerling, Dr. **Z.,** in **Weltevreden** bei Batavia (Java).

Karsten, Dr. **George,** Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Halle a. S.,** Botan. Institut.

Katić, Dr. **Danilo,** Professor am III. Gymnasium in **Belgrad** (Serbien).

Kegel, Dr. **Werner,** in **Bremen,** Braunschweiger Straße 5.

Keller, Dr. **Robert,** Gymnasialrektor in **Winterthur,** Trollstr. 32.

Kienitz-Gerloff, Dr. **F.,** Professor, Direktor der Landwirtschaftsschule in **Weilburg,** Reg.-Bez. Wiesbaden.

Kirchner, Dr. **O. von**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Hohenheim** bei Stuttgart.

Klebahn, Dr. **H.**, Professor, in **Hamburg 30**, Curschmannstr. 27.

Klebs, Dr. **Georg**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Heidelberg**.

Klein, Dr. **Edmund**, Professor in **Luxemburg**, Äußerer Ring 20.

Klein, Dr. **Jul.**, Professor der Botanik am K. ungar. Josephs-Polytechnikum in **Budapest I**, Polytechnikum.

Klein, Dr. **Ludwig**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2 (Botanisches Institut).

Klein, Richard, stud. phil. in **Wien II**, Negerlegasse 4.

Klemt, Dr. **F.**, Oberlehrer in **Berlin NW.**, Holsteiner Ufer 6.

Kluyver, **A. J.**, Dipl.-Ingenieur in **Delft** (Holland), Laan van Overvest 52.

Kneucker, **A.**, Redakteur der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe** in Baden, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, Professor der Botanik in **Straßburg i. E.**, Gailerstraße 37, I.

Knischewsky, Dr. **Olga**, in **Charlottenburg**, Pestalozzistr. 57a.

Knoll, Dr. **F.**, Assistent (Botaniker) an der k. k. allgem. Untersuchungsanstalt für Lebensmittel in **Graz**, Universitätsstr. 6.

Knuth, Dr. **Reinhard**, Oberlehrer in **Berlin-Wilmersdorf**, Wilhelmsaue 12, IV.

Kny, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, ord. Honorar-Professor der Botanik a. d. Universität Berlin, früher Direktor d. Pflanzenphysiologischen Instituts und etatsmäßiger Professor a. d. Landw. Hochschule in **Berlin-Wilmersdorf**, Kaiserallee 186/187.

Koch, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des Landwirtschaftlich-bakteriologischen Instituts an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen**, Schildweg 13.

Koch, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg**, Sophienstr. 25.

Koehne, Dr. **E.**, Professor in **Friedenau** bei Berlin, Wiesbadener Straße 84, II.

Koernicke, Dr. **Max**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Akademie in Poppelsdorf und der Universität in **Bonn**, Bonner Talweg 45.

Kolkwitz, Dr. **Richard**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, in **Steglitz** bei Berlin, Rothenburgstr. 30.

Koriba, Dr. **K.**, in **Tokio**, Botan. Institut der Universität.

Kornauth, Dr., Regierungsrat, Vorstand der k. k. Landwirtschaftlich-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in **Wien II/I**, Trummerstr. 1.

Korschelt, Dr. **P.**, Oberlehrer am Königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.**, Königsstr. 21.

Kränzlin, Dr. **F.**, Professor in **Berlin C**, Klosterstr. 73.

Krasser, Dr. **Fridolin**, Professor der Botanik an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in **Prag**, Hußgasse 5.

Kratzmann, **Ernst**, stud. phil. in **Wien VII**, Neubaugürtel 22.

Kraus, Dr. **C.**, Geh. Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **München**, Luisenstr. 24. II.

Kraus, Dr. **Gregor**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Würzburg**, Klinikstr. 12.

Krause, Dr. **Kurt**, Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Kroemer, Dr. **Karl**, Professor, Vorstand der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Krüger, Dr. **Friedrich**, Professor, Technischer Rat und Ständiger Mitarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt zu Dahlem, in **Groß-Lichterfelde-Ost** bei Berlin, Hobrechtstr. 36.

Krull, **Rudolph**, Apotheker in **Breslau X**, Rosenthaler Straße 45.

Kuckuck, Dr. **Paul**, Professor, Kustos für Botanik an der Biologischen Anstalt auf **Helgoland**.

Kumm, Dr., Professor, Direktor des Westpreußischen Provinzial-Museums in **Danzig**, Langemarkt 24.

Kurtz, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Küster, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an d. Universität, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie“ in **Bonn a. Rh.**, Endenicher Allee 28.

Lafar, Dr. **Franz**, Professor der Gärungsphysiologie und Bakteriologie an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, 1. Karlsplatz 13.

La Garde, Dr. **Roland**, in **Smichow** bei Prag 197, Kreuzherrengasse 7.

Lagerheim, Dr. **G. von**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm N**, Stockholms Högskola.

Laibach, Dr. **Fr.**, in **Frankfurt a. M.**, Lindenstr. 10.

Lakon, Dr. **G.**, Assistent am Botan. Institut der Kgl. Forstakademie in **Tharandt i. S.**

Lakowitz, Dr. **C.**, Professor, Oberlehrer in **Danzig**, Frauengasse 26.

Lande, **Max**, Verlagsbuchhändler in **Steglitz** b. Berlin, Schloßstr. 53.

Langer, Professor in **Posen**, W. 3. Siemensstraße.

Laubert, Dr. **R.**, Botaniker an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Elfriedenstr. 5.

Lauterbach, Dr. **C.**, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Lebedeff, **A. F.**, Magistrant der Agronomie, Assistent am agrikulturchemischen Laboratorium d. Kaiserl. neurussischen Universität in **Odessa**.

Lehmann, Dr. **Ernst**, Privatdozent und Assistent am Botan. Institut der Universität in **Tübingen**, Lustnauer Allee.

Leininger, Dr. **Hermann**, Lehramtspraktikant in **Heidelberg**, Keplerstraße 87.

Leisering, Dr. **Bruno**, in **Berlin NO 55**, Braunsberger Str. 15.

Lemcke, Dr. **Alfred**, Vorsteher des Samenuntersuchungsamtes und der Pflanzenschutzstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in **Königsberg i. Pr.**, Köttelstr. 11.

Lemmermann, Dr. **E.**, Assistent für Botanik am Städtischen Museum für Natur-, Völker- und Landeskunde in **Bremen**, Celler Straße 41.

Lepeschkin, Dr. **W. Wlad.**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Laboratoriums und Gartens der Universität in **Kasan**, Privatadresse: Ljadskaja d. Molotkowa.

Lesage, Dr. **Pierre**, Professeur Adjoint á la Faculté des Sciences in **Rennes**.

Lidforss, Dr. **Bengt**, Professor an der Universität in **Lund** (Schweden).

Liebenberg, Dr. **Ad.** Ritter **von**, k. k. Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Lieske, Dr. **Rudolf**, 2. Assistent am Bot. Institut in **Freiburg i. B.**, Rheinstr.

Lindau, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Groß-Lichterfelde** bei Berlin, Moltkestraße 3.

Lindner, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N 65**, Seestraße 4, Institut für Gärungsgewerbe.

Linhart, Dr. **Georg**, Kgl. Rat, Professor an der Ungarischen Landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg** (Magyar Óvar).

Linsbauer, Dr. **Karl**, Professor an der Universität in **Graz**, Pflanzenphys. Institut.

Lloyd, **L. G.**, The Lloyd Library, **Cincinnati**, O. (U. S. A.), 309 West Court Street.

Loesener, Dr. **Th.**, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Humboldtstr. 28.

Lorch, Dr. **W.**, Professor, Oberlehrer in **Schöneberg** bei Berlin, Hähnelstr. 4.

Lopriore, Dr. **Giuseppe**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor der Regia Stazione Sperimentale Agraria zu Modena, Herausgeber der „Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane" in **Modena**.

Ludwig, Dr. **Alfred**, Oberlehrer in **Forbach** (Lothr.), Schloßbergstr. 11.

Ludwigs, Dr. **Karl**, Assistent an der Kaiserl. Biol. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem**-Steglitz b. Berlin.

Luerssen, Dr. **Chr.**, Geh. Reg.-Rat, Professor in **Danzig**-Langfuhr, Bahnhofstr. 4.

Luxburg, Dr. **Hermann, Graf zu**, in **Stettin**, Moltkestraße 12.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.**, Professor, Expert im Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture. Adr. für Postsendungen: Cosmos Club, **Washington**, D. C. (U. S. A.)

Mac-Leod, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

Magnus, Dr. **P.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W**, Blumes Hof 15.

Magnus, Dr. **Werner**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W**, Friedrich-Wilhelm-Straße 26.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Bot. Gartens in **Budapest VIII**, Illésu 25.

Maire, Dr. **R.**, Professor an der „Faculté des Sciences de l'Université" in **Algier**.

Marloth, Dr. **Rudolf**, in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

Matthiesen, Dr. **R.**, Redakteur des Tropenpflanzer in **Berlin**, Unter den Linden 43, Kol. wirtsch. Komitee.

Mattirolo, Dr. **O.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Turin**, Valentino.

Mäule, Dr. **C.**, Professor am Gymnasium in **Cannstatt-Stuttgart**, Ludwigstraße 17.

Maurizio, Dr. **A.**, Professor am Polytechnikum in **Lemberg**.

Menzel, Dr. **Paul**, Sanitätsrat in **Dresden**, Mathildenstr. 46, I.

Meyer, Dr. **Arthur**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Marburg a. d. L.** (Botanisches Institut).

Mez, Dr. **C.**, Professor der Botanik in **Königsberg i. Pr.**, Botanisches Institut.

Miehe, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Marienstr. 6, II.

Migula, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach**, Richard-Wagner-Str. 3.

Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der Technischen Hochschule in **Brünn**.

Mildbraed, Dr. **K.**, Assistent am Botanischen Museum in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Miliarakis, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Athen**, Rue Didot 12A.

Minder, Dr. **F.**, in **Brake** (Oldenburg).

Miyake, Dr. **Kiichi**, Botan. Institut d. Agricultur College d. Universität in **Tokio**, Japan.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.**, Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.**, Königsteiner Str. 52.

Möller, Dr. **Alfred**, Professor, Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in **Eberswalde**.

Moeller, Dr. **Herm.**, Professor der Botanik in **Greifswald**, Roonstr. 36.

Moewes, Dr. **Franz** in **Berlin SW 47**, Hornstr. 19.

Molisch, Dr. **Hans**, wirkl. Mitglied der Kais. Wiener Akademie der Wissenschaft, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts an der Universität in **Wien VIII**, Zeltgasse 2.

Mrazek, Dr. **August**, in **Prag I**, Deutsche Technik.

Mücke, Dr. **Manfred**, in **Berlin NW**, Dorotheenstr. 6 (Botanisches Institut).

Müller, Dr. **Arno**, Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamt in **Berlin**.

Müller, Dr. **Clemens** in **Bonn**, Bot. Institut.

Müller, Dr. **H. C.**, Professor, Direktor der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen in **Halle a. S.**, Karlstraße 10.

Müller, Dr. **Julius**, in **Ziegenhals O.-S.**, Promenadenstraße, „Zur Sonnenblume".

Müller, Dr. **Karl**, Assistent an der Großherzogl. Bad. Landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** bei Durlach, Baden.

Müller, Dr. **Otto**, Professor in **Charlottenburg 2**, Goethestraße 1.

Müller, Dr. **Rudolf**, Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor der Deutsch-schweizerischen Versuchsstation für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil** bei Zürich.

Munk, Dr. **Max**, 3. Assistent am Bot. Institut in **Freiburg i. B.**, Oberau 20.

Murinoff, **Alexander**, Assistent am Agronomischen Laboratorium der Universität in **St. Petersburg**, Fontanka 162.

Muschler, Dr. **R.**, Assistent am Botan. Museum in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Muth, Dr. **F.**, in **Oppenheim a. Rh.**

Nabokich, Dr. **A. J.**, Professor an der Universität in **Odessa** (Rußland), Agronomisches Laboratorium.

Nahmacher, Dr. **O.**, Oberlehrer in **Berlin S.** Camphausenstr. 8, I.

Nathansohn, Dr. **Alexander**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Weststraße 89.

Naumann, Dr. **Arno**, Professor, Dozent für Botanik an der Tierärztlichen Hochschule, Assistent am Kgl. Botanischen Garten und Lehrer für Botanik an der Gartenbauschule in **Dresden-A.**, Borsbergstr. 26, I.

Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Tharandt**, Sachsen.

Němec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der Böhmischen Universität in **Prag V**, Slupy 433.

Nestler, Dr. **A.**, Professor der Botanik, k. k. Oberinspektor der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der Deutschen Universität in **Prag II**, Sluper Gründe.

Neumann, Dr. **M. P.**, Vorstand der chemischen Abteilung der Versuchsanstalt für Getreideverwertung in **Berlin N 65**, Seestraße 4a.

Nevinny, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**, k. k. Pharmakol. Institut.

Niedenzu, Dr. **F.**, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreußen).

Niemann, **Gustav**, Mittelschullehrer in **Magdeburg-B.**, Basedowstraße 11.

Nienburg, Dr. **Wilhelm**, in **Frohnau** (Mark), Alemannenstraße.

Nilsson, Professor in **Svalöf** (Schweden).
Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, Dozent an der Universität Lund, in **Svalöf** (Schwed.).
Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund**, Kraftstorg 10.
Nordhausen, Dr. **Max**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Kiel**, Botanisches Institut, Caprivistr. 12 a.

Oliver, Francis Wall, Professor der Botanik an dem University College in **London**, 2 the Vale, Chelsea, S. W.
Oltmanns, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik, Direktor der Botanischen Anstalten, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik", in **Freiburg i. B.**, Jakobistraße 23.
Orth, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor des Agronomisch-pedologischen Institutes der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W**, Ziethenstraße 6b.
Ostenfeld, Dr. **C. H.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen O**, Sortedams Dossering 63 A.
Osterwald, Carl, Professor am Lessinggymnasium in **Berlin NW 52**, Spenerstraße 35.
Overton, Dr. **J. B.**, Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), Science Building.

Paeckelmann, Wolfgang, Oberlehrer am Gymnasium zu Barmen, in **Elberfeld**, Brüningstr. 16.
Palla, Dr. **Eduard**, Professor an der Universität in **Graz**, Schubertstraße 51, Botanisches Institut.
Pammel, L. H., Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa College of Agriculture in **Ames**, Jowa (U. S. A.).
Pantanelli, Dr. **Enrico**, Privatdozent der Pflanzenphysiologie an der Universität und Assistent an der Stazione di Patologia vegetale in **Rom**, Via St. Susanna 1.
Pascher, Dr. **A.**, Privatdozent für Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.
Paul, Dr. **Hermann**, Assessor der Kgl. Bayerischen Moorkulturanstalt in **München**, Königinstr. 3.
Pax, Dr. **Ferdinand**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Breslau IX**, Göppertstr. 2.
Pazschke, Dr. **O.**, in **Dresden-N.**, Forststr. 29, I.
Pecha, Kuno, stud. phil. in **Wien VI**, Mariahilferst. 61, IV/18.

Peirce, Dr. **George James**, Professor of Botany and Plant Physiology an der **Leland Stanford Junior University**, Kalifornien (U. S. A.).

Peklo, Dr. **O. Jaroslav**, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der böhmischen Universität in **Prag**.

Perkins, Dr. **Janet**, in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin, Königin-Luise-Straße 6—8. Botanisches Museum. Wohnung: Berlin, Am Carlsbad 2.

Peter, Dr. **A.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 2.

Peters, Dr. **Leo**, Ständiger Mitarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Schloßstraße 41.

Pfeffer, Dr. **W.**, Geh. Rat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts und Botan. Gartens in **Leipzig**.

Philipps, **W. Reginald**, M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pietsch, Dr. **Wilh.**, Assistent der botanischen Versuchsstation der Kgl. Lehranstalt für Obst- und Gartenbau in **Proskau** b. Oppeln, Pomologie-Hotel.

Pilger, Dr. **R.**, Kustos am Botan. Garten, Privatdozent a. d. Universität und Dozent für Botanik an der Techn. Hochschule zu Charlottenburg, in **Steglitz** bei Berlin, Ahornstr. 25.

Pirotta, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Rom**, Via Panisperna 89 B.

Polowzow, Dr. **Warwara von**, in **Odessa**, Botan. Laborat. d. Kais. Universität.

Pomorski, **J.**, Professor der Agrikulturchemie, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg.

Porsch, Dr. **Otto**, Professor in **Czernowitz**, k. k. Universität. Botan. Institut.

Portheim, **Leopold**, **Ritter von**, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt in **Wien I**, Opernring 3.

Potonié, Dr. **H.**, Professor, Landesgeologe, Redakteur der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" in **Groß-Lichterfelde-West** bei Berlin, Potsdamer Straße 37.

Potter, **M. C.**, M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne**, 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.**, Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen V**, Rosenvængets hovedvej 29.

Pringsheim, Dr. **Ernst**, Privatdozent in **Halle a. S.**, Tiergartenstr. 10.

Pritzel, Dr. **Ernst**, Oberlehrer am Gymnasium in **Groß-Lichterfelde-West** bei Berlin, Hans-Sachs-Straße 4.

Puriewitsch, Dr. **Konstantin**, Professor der Botanik an der Universität in **Kiew**, Botanisches Institut, Reiterska 28.

Quelle, Dr. **F.**, in **Nieder-Schönhausen** bei Berlin, Blücherstr. 24.

Raatz, Dr. **Wilhelm**, Botaniker an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei Magdeburg.

Raciborski, Dr. **M. von**, Professor der Botanik an der Universität in **Lemberg** (Österreich), Universitätsgebäude, Biologisch-botanisches Institut.

Radlkofer, Dr. **L.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München**, Sonnenstraße 7, I.

Rehder, **Alfred**, Assistent am Arnold-Arboretum in **Jamaica Plain**, Mass. (U. S. A.), 62 Orchard Str.

Rehsteiner, Dr. **Hugo**, Apotheker in **St. Gallen**.

Reiche, Dr. **Karl**, Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico**, D. F. Apartado 656.

Reinhardt, Dr. **M. Otto**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin W 50**, Ansbacher Straße 40.

Reinitzer, **Friedrich**, Professor an der Technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Kiel**, Düsternbrook 17.

Reinsch, Dr. **P. F.**, Professor in **Erlangen**.

Reitler, Dr. **Josef**, in **Hamm**, Post **Conz** (Rheinland).

Remer, Dr. **Wilhelm**, in **Dresden-A.**, Herderstraße 4.

Renner, Dr. **Otto**, Privatdozent, Kustos am K. Pflanzenphysiologischen Institut in **München**.

Richter, **Emil**, in **Loschwitz** bei Dresden, Robert-Dietz-Straße 9.

Richter, Dr. **Oswald**, Privatdozent für Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Adjunkt am k. k. Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Wien XVIII**, Hofstattgasse 15.

Richter, Dr. **P.**, Professor an der Paul-Gerhardt-Schule in **Lübben** in der Lausitz.

Richter, **Paul**, Oberlehrer in **Leipzig**, Talstraße 12b.

Riehm, Dr. **Eduard**, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Groß-Lichterfelde** bei Berlin, Ringstraße 8.

Rikli, Dr. **Martin**, Professor, Dozent und Konservator der botanischen Sammlungen am Eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich II**, Brandschenkesteig 12.

Rimbach, Dr. **A.**, Professor der Botanik am Instituto de Agronomía in **Montevideo** (Uruguay).

Riß, **Maria Martha**, stud. rer. nat. in **Straßburg i. E.**, Bot. Institut.

Robertson, **A. R.**, Lecturer in Botany an der Universität in **St. Andrews**, Schottland.

Rodewald, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor des Landwirtschaftlichen Instituts in **Kiel**, Bartelsallee 20.

Rompel, Dr. **Josef**, S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix**, Professor der Botanik an der Universität in **Breslau XVI**, Tiergartenstr. 30.

Rosenberg, Dr. **O.**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Tegnérlunden 4.

Roshardt, Dr. **P. A.**, Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

Ross, Dr. **H.**, Konservator am Botanischen Museum in **München**, Richard-Wagner-Straße 18, IV.

Rößler, Dr. **Wilhelm**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spreestraße 15, IV.

Roth, Dr. **Ernst**, Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. S.**, Hohenzollernstraße 13.

Roth, Dr. **Franz**, in **Godesberg** b. Bonn, Rungsdorfer Str. 17.

Rothert, Dr. **Wladislaw**, früher Professor der Botanik an der Universität Odessa, in **Krakau**, Kilinskistraße 1.

Rübel, Dr. **E.**, in **Zürich V**, Höschgasse 29.

Rudolph, Dr. **Karl**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Sokolstr. 23.

Ruhland, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Halle a. S.**, Schillerstr. 54.

Ruttner, Dr. **Franz**, Assistent an der Biologischen Station in **Lunz** (Nieder-Österreich).

Rywosch, Dr. **S.**, in **Dorpat**, Johannisstraße 16.

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua**.

Saida, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saito, Dr. **K.**, in **Tokio**, z. Zt. Botan. Labor. des Instituts für Gärungsgewerbe in **Berlin**, Seestraße 6.

Saupe, Dr. **A.**, in **Dresden**, Kyffhäuserstraße 17.

Schaffnit, Dr. **E.**, Assistent an der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg**, Roonstr. 7.

Schander, Dr. **R.**, Vorstand der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg**.

Schellenberg, Dr. **Gustav**, in **Steglitz** b. Berlin, Zimmermannstr. 19, II.

Schellenberg, Dr. **H. C.**, Professor a. d. Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich V**, Hofstraße 63.

Schenck, Dr. **Heinrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Darmstadt**, Nikolaiweg 6.

Scherffel, Aladár, in **Igló**, Zips, Ober-Ungarn.

Schiemann, Elisabeth in **Berlin**, Tauentzienstr. 76.

Schikorra, Dr. **Georg**, Assistent am städtischen Untersuchungsamt für hygienische und gewerbliche Zwecke in **Berlin O**, Weidenweg 81

Schikorra, Dr. **W.**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in **Bromberg**.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.**, Oberlehrer, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Darmstadt**, Roßdörferstr. 74, II.

Schinz, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität in **Zürich V**, Seefeldstraße 12.

Schlicke, Dr. **A.**, in **Nieder-Schöneweide** bei Berlin, Berliner Str. 23.

Schlumberger, Dr. **O.**, Assistent an der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Schmidle, W., Professor, Direktor der Oberrealschule in **Konstanz i. B.**, Villa Hansagarten.

Schneider, Dr. **J. M.**, in **Altstaetten**, Kt. St. Gallen, Schweiz.

Schneider-Orelli, Dr. **Otto**, Assistent an der Pflanzenphysiologischen und -pathologischen Abteilung der Schweizer Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil**, Schweiz.

Schober, Dr. **Alfred**, Professor, Schulrat für das höhere Schulwesen in **Hamburg 23**, Richardstraße 86.

Schönau, Dr. **Karl von**, in **München**, Josephsplatz 2, III r.

Schönland, Dr. **S.**, Curator of the Albany Museum in **Grahamstown**, Südafrika (Kapkolonie).

Schorler, Dr. **Bernhard**, Oberlehrer und Kustos des Herbariums der Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Krenkelstraße 34.

Schottländer, Dr. **Paul**, Rittergutsbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf.

Schrenk, **Hermann von**, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis**, Mo. (U. S. A.).

Schröder, Dr. **Bruno**, Lehrer in **Breslau**, Sadowastraße 88. II.

Schroeder, Dr. **Henry**, Privatdozent an der Universität, Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut in **Kiel**, Niemannsweg 61.

Schrodt, Dr. **Jul.**, Professor, Direktor der VII. Realschule in **Berlin SO 26**, Mariannenstraße 47, II.

Schröter, Dr. **C.**, Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich, **Hottingen-Zürich**, Merkurstraße 70.

Schube, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer in **Breslau VIII**, Forckenbeckstraße 10.

Schultz, **Richard**, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Reg.-Bez. Frankfurt a. O., Pförtner Straße 13.

Schulz, Dr. **A.**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.**, Albrechtstraße 10.

Schulz, **Hermann**, Lehrer in **Kassel**, Rotenditmolder Str. 14.

Schulze, **Max**, in **Jena**, Marienstraße 3.

Schuster, Dr. **Julius**, Privatdozent in **München**, Hildegardstraße 8.

Schuster, Dr. **Walther**, in **Mainz**, Kaiser-Wilhelm-Ring 89 II.

Schütt, Dr. **Franz**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Greifswald.**

Schwarz, Dr. **Frank**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**, Neue Schweizer Straße 21.

Schwede, Dr. **Rudolf**, Assistent am Botanischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Gutzkowstr. 28.

Schweidler, **Jos. H.**, Gymnasial-Professor in **Lundenburg** (Mähren), Franz-Josef-Straße 5, z. Zt. in Graz, Technikerstr. 13, III.

Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin-Schöneberg**, Kaiser-Friedrich-Straße 8.

Schwendener, Dr. **S.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Schwerin, **Fritz**, **Graf von**, Präsident der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft in **Wendisch-Wilmersdorf.**

Seckt, Dr. **Hans**, Profesor del Instituto Nacional del Profesorado Secundario in **Buenos Aires** (Argentinien), Belgrano. Echeverría 3773.

Seeger, **Rudolf**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Innsbruck.**

Seeländer, Dr. **Karl**, in **Charlottenburg**, Salzufer 17.

Seeliger, Dr. **Rud.**, Assistent a. d. Kais. Biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** b. Steglitz, Königin-Luise-Str. 19.

Senn, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik an der Universität in **Basel**, Schützengraben 5.

Sernander, Dr. **Rutger**, Professor der Botanik in **Uppsala**.

Seydel, Dr., **Richard**, in **Hildesheim**, Zingel 34.

Shibata, Dr. **K.**, Professor in **Tokio** (Japan) Koishikawa, Kobinata-daimachi I, 1.

Shull, Dr. **Geo. H.**, Leiter der botanischen Arbeiten an der Station für experimentelle Entwickelungslehre, Carnegie Institution of Washington, **Cold Spring Harbour**, Long Island, N. Y. (U. S. A.).

Simon, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.**, Günthersburgallee 79.

Simon, Dr. **Joseph**, 1. Assistent am K. Botan. Garten in **Dresden-A.**, Stübelallee 2.

Simon, Dr. **Siegfried**, Privatdozent für Botanik in **Göttingen**, Nikolausberger Weg 53.

Singer, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Staats-Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

Skene, Macgregor, B. Sc., Botanical Department the University in **Aberdeen**, Schottland.

Snell, Dr. **Karl**, in Kairo (Egypten). Europ. Adr. **Essen a. d. R.**, Gutenbergstr. 11.

Solereder, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Erlangen**, Botan. Garten.

Solms-Laubach, Dr. **H. Graf zu**, Professor der Botanik an der Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik“ in **Straßburg i. Els.**, Goethestr. 27.

Sommerstorff, **Hermann**, in **Wien III/3**, Richardgasse 11, I.

Sonder, Dr. **Chr.**, in **Oldesloe** (Holstein).

Sonntag, Dr. **P.**, Professor, Oberlehrer an der Oberrealschule St. Petri und Pauli, in **Saspe-Neufahrwasser** bei Danzig, Villa Mövenblick.

Sorauer, Dr. **Paul**, Geh. Reg.-Rat, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“, in **Berlin-Schöneberg**, Martin-Luther-Str. 68.

Sperlich, Dr. **Adolf**, Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt und Privatdozent der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Maximilianstr. 23.

Spieckermann, Dr. **A.**, Vorsteher der Bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation in **Münster i. W.**, Plöniesstr. 5, I.

Spisar, Dr. **Karl**, Direktor der Landw. Landesversuchsanstalt in **Brünn** (Mähren).

Stahl, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Jena**.

Stameroff, Dr. **Kyriak**, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, Puschkinskajastr. 8, Wohnung 15.

Steinbrinck, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt**.

Steiner, **Rudolf**, k. k. Gymnasiallehrer in **Kaaden**, N. 659, a. d. Eger (Böhmen).

Steyer, Dr. **Karl**, Oberlehrer an der Ernestinenschule in **Lübeck**, Huextertor-Allee 23.

Stiefelhagen, Dr. **Heinz**, in **Weißenburg i. E.**

Stoklasa, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-physiologischen Versuchsstation der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Villa Gröbe.

Stoppel, Dr. **Rose**, in **Straßburg i. E.**, Botanisches Institut.

Strasburger, Dr. **Ed.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Bonn**.

Strauß, **H. C.**, Obergärtner am Botanischen Garten in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Strigl, Dr. **Max**, in **Urfahr** bei Linz a. D., Oberösterreich, Collegium Petrinum.

Svedelius, Dr. **Nils Eberhard**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Uppsala**.

Szücs, Dr. **Joseph**, z. Zt. in **Prag II**, Weinberggasse 3a, Pflanzenphysiol. Institut der k. k. Deutschen Universität.

Tahara, Dr. **M.**, in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Ternetz, Dr. **Charlotte**, in **Basel**, Feldbergstr. 118.

Tessendorff, **Ferdinand**, Oberlehrer am Helmholtz-Realgymnasium in Friedenau, **Steglitz** bei Berlin, Grillparzerstraße 16.

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**, Hohenlohestr. 14.

Thoms, Dr. **Hermann**, Professor, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität zu Berlin, in **Steglitz** bei Berlin, Hohenzollernstraße 6.

Thost, Dr. **R.**, in **Groß-Lichterfelde-Ost** bei Berlin, Wilhelmstr. 27.

Thum, Dr. **Emil**, Gymnasialprofessor in **Leitmeritz** (Böhmen), Lippertgasse 11.

Timpe, Dr. **H.**, Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel**, Am Weiher 29.

Tischler, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Assistent am Botan. Institut in **Heidelberg**, Zähringer Straße 12.

Tobler, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor der Botanik und Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut der Universität in **Münster i. W.**, Langenstraße 17.

Tobler-Wolff, Dr. **Gertrud**, in **Münster i. W.**, Langenstr. 17.

Toni, Dr. **G. B. de**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia", in **Modena.**

Trail, Dr. **James W. H.**, F. R. S., Professor der Botanik an der Universität Aberdeen in **Old Aberdeen**, High Street 71 (Schottland).

Tröndle, Dr. **Artur**, Privatdozent und 1. Assistent am Botanischen Institut in **Freiburg i. B.**, Deutschordenstr. 7.

Trow, Dr. **A. H.**, Professor der Botanik am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Penarth**, Cardiff, 50 Clive Place.

Tschermak, Dr. **Erich, Edler v. Seysenegg**, Professor der Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Anastasius-Grün-Gasse 52.

Tschirch, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität in **Bern.**

Tswett, Dr. **Michael**, Professor am Polytechnischen Institut in **Warschau**, Mokotowska 9.

Tubeuf, Dr. **Carl. Freiherr von**, Regierungsrat, Professor der Anatomie, Physiologie und Pathologie der Pflanzen an der Universität in **München**, Habsburger Str. 1.

Tunmann, Dr. **Otto**, Privatdozent der Pharmakognosie in **Bern**, Beundenfeldstr. 3.

Uhlworm, Dr. **Oskar**, Professor, Oberbibliothekar, Redakteur des „Zentralblattes für Bakteriologie und Parasitenkunde" in **Berlin W 15**, Hohenzollerndamm 4.

Ulbrich, Dr. **E.**, Assistent am Kgl. Botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Paulsenstr. 47.

Ule, Ernst, Botanischer Forschungsreisender. Adresse: **Manáos**, Consulado allemão, Brasilien. Drucksachen an Herrn Prof. Dr. Harms in Dahlem, bot. Museum.

Urban, Dr. **Ign.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Unterdirektor des Botan. Gartens und Bot. Museums in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin, Altensteinstr. 4.

Ursprung, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz). Botanisches Institut.

Vöchting, Dr. **H. von**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Tübingen.**

Voigt, Dr. **Alfred**, Professor, Assistent am Botânischen Museum in **Hamburg VII**, Wandsbeker Stieg 13.

Volkart, Dr. **A.**, Assistent an der Eidgenössischen Samenkontrollstation in **Zürich IV**, Frohburgstraße.

Volkens, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem in **Berlin W 57**, Goebenstr. 12.

Voß, Dr. **W.**, Oberlehrer in **Itzehoe** (Holstein), Friedrichstr. 45.

Votsch, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer in **Delitzsch**, Eilenburger Str. 58.

Vouk, Dr. **Valentin**, Demonstrator am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Wien I.**

Wächter, Dr. **Wilhelm**, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft in **Steglitz** bei Berlin, Düntherstr. 5, p.

Wager, **Harold**, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds** (England), Horsforth Lane, Far Headingley.

Wagner, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Mühlau Nr. 68.

Wahl, Dr. **Carl von**, Großherzogl. Bad. Versuchsanstalt Augustenburg, in **Durlach** (Baden), Moltkestr. 91.

Warburg, Dr. **O.**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Lehrer am Orientalischen Seminar in **Berlin W**, Uhlandstraße 175.

Weber, Dr. **C. A.**, in **Bremen**, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.

Weber, Dr. **Friedrich**, in **Salzburg**, Marcus-Sitticus-Str. 17.

Wehmer, Dr. **C.**, Professor, Dozent an der Technischen Hochschule, Vorstand der Bakteriologischen Abteilung des Technisch-chemischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule in **Hannover**, Alleestr. 35.

Wehrhahn, **W.**, Lehrer in **Hannover**, Im Moore 26.

Weis, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen.**

Weiß, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester.**

Weiße, Dr. **Arthur**, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Annastr. 11.

Went, Dr. **F. A. F. C.**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Werth, Dr. **Emil**, wissensch. Hilfsarbeiter a. d. Kais. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem in **Berlin-Wilmersdorf**, Bingerstr. 17.

Wettstein, Dr. **Richard, Ritter von Westerheim**, Professor und Direktor des Botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift in **Wien III**, Rennweg 14.

Wiedersheim, Dr. **Walther**, in **Hennigkofen-Nonnenbach** a. Bodensee (Württemberg).

Wieler, Dr. **A.**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizza-Allee 71.

Wiesner, Dr. **Jul., Ritter von**, k. k. Hofrat, emer. Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Wien IX**, Liechtensteinstr. 12.

Wilhelm, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, John C., früher Direktor d. Botan. Gartens zu Peradeniya (Ceylon), Adr.: Mrs. Harris, 36 Cable Road, **Hoylake** Birkenhead, England. Vom April d. J. Direktor d. Bot. Gartens in Rio de Janeiro.

Wilson, William Powell, Direktor of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.).

Winkelmann, Dr. **J.**, Professor, in **Stettin**, Pölitzer Straße 85, III.

Winkler, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Waldhäuserstr. 13.

Winkler, Dr. **Hubert**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botanischen Garten in **Breslau**.

Wirtgen, Ferd., Rentner in **Bonn**, Niebuhrstr. 55.

Wißmann, Apotheker in **Geisenheim** (Rheingau), Landstr. 47.

Wittmack, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule und an der Universität in **Berlin NW**, Platz am Neuen Tor 1.

Wlodek, Dr. **Johann von**, in **Mydlniki** bei Krakau (Galizien).

Wolf, Dr. **Theodor**, in **Dresden-Plauen**, Hohe Straße 62.

Wollenweber, Dr. **W.**, in **Washington** (U. S. A.), Dep. of Agr. Lab. of Plant Industry.

Wortmann, Dr. **J.**, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wulff, Dr. **Eugen**, in **Moskau**, Sretenka. M. Golowin pereulok 5.

Yamanouchi, Dr. **Shigeo**, Prof. of Botany, the University of **Chicago** Ill. U. S. A.

Yapp, **R. H.**, Professor am University College in **Aberystwyth** (Wales).

Zahlbruckner, Dr. **A.**, Leiter der Botanischen Abteilung des Naturhistor. Hofmuseums in **Wien I**, Burgring 7.

Zander, **A.**, Professor, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Halensee** bei Berlin, Westfälische Straße 59, III.

Zeijlstra, **Fzn. H. H.**, in **Harlem**, Kleine Houtweg 21 c.

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Professor, Botaniker an der Biologischen Station Amani, Poststation **Tanga** (Deutsch-Ostafrika).

Zörnig, Dr. **Heinrich**, Kustos am Pflanzenphysiologischen Institut in **München-Nymphenburg**, Nördl. Auffahrtsallee 69, II.

Verstorben.

Bornet, Dr. **E.**, Mitglied des Institut de France in **Paris**. Verstarb am 18. Dezember 1911.

Gürke, Dr. **M.**, Professor, Kustos am Bot. Museum in **Dahlem**. Verstarb am 16. März 1911.

Heydrich, **F.**, Rentner in **Wiesbaden**. Verstarb am 7. März 1911.

Hooker, Sir **Jos.**, in **London**. Verstarb am 11. Dezember 1911.

Jönsson, Dr. **Bengt**, Professor in **Lund**. Verstarb am 8. März 1911.

Zacharias, Dr. **E.**, Professor der Botanik, Direktor der Botanischen Staatsinstitute in **Hamburg**. Verstarb am 23. März 1911.

Register zu Band XXIX.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite

Sitzung vom 27. Januar 1911 1
(Kurze Mitteilung des Herrn P. MAGNUS über krebsartige Auswüchse von *Zizyphus* sp. aus Transvaal, verursacht durch *Coniodictyum Evansii* P. Magnus) 1
Sitzung vom 24. Februar 1911 13
Sitzung vom 31. März 1911 75
(Herr P. LINDNER demonstriert Gipsabdrücke von auf Würzegelatine gewachsenen Riesenkolonien von Hefen und Pilzen . . 75
Mitteilung des Herrn Professor MATTIROLO in Turin über das wissenschaftliche Institut „A. MOSSO" auf dem Monte Rosa). . 76
Sitzung vom 28. April 1911 180
(Einladung zur Generalversammlung in Danzig 179
Glückwunschadresse an Herrn Prof. GREGOR KRAUS in Würzburg zu seinem 70. Geburtstag) 180
Sitzung vom 26. Mai 1911 229
(Bekanntmachung der für die Generalversammlung eingebrachten Anträge) 229
Sitzung vom 30. Juni 1911 319
(Dankschreiben Prof. KRAUS'. — Bericht des Herrn P. SORAUER über die Lohkrankheit der Kirsche. — Bericht über die V. Sitzung des „Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht" von F. HÖCK) 320
Sitzung vom 28. Juli 1911 403
(Herr P. LINDNER demonstriert einige Versuche, die er mit *Sacch. farinosus* angestellt hat, um zu zeigen, daß Alkohol als alleinige Kohlenstoffquelle benutzt werden kann. — Adresse an Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. L. KNY zur Vollendung seines 70. Lebensjahres.)
Sitzung vom 27. Oktober 1911 459
(Mitteilung über den Danziger Beschluß, 500 M. zur Unterstützung wissenschaftlicher Arbeiten zu bewilligen.
Dankschreiben des Herrn Geh. Rat KNY 460
Bericht über die Wahlen des Berliner Vorstandes und der Kommissionen). 460
Sitzung vom 24. November 1911 603
(Herr E. KOEHNE spricht über die geographische Verbreitung der Kirschen 603
Adresse an Herrn Prof. E. WARMING in Kopenhagen zur Feier seines 70. Geburtstages) 604

Seite
Sitzung vom 29. Dezember 1911 647
(Mitteilung über die Wahl des Präsidenten, des Stellvertreters des Präsidenten und der Ausschußmitglieder)
Bericht über die am 7. August in Danzig abgehaltene 28. Generalversammlung (1)
Rechnungsablage für das Jahr 1910 . . . . . (16)
Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . . (49)
Mitgliederliste . . . . . (65)

2. Westpreussische Botaniker der Vergangenheit.

Begrüssungsrede, gehalten bei der Generalversammlung in Danzig von H. Conwentz . . . . . (6)

3. Nachrufe.

Bengt Jönsson von Bengt Lidforss . . . . . (18)
Eduard Zacharias von C. Brick . . . . . (26)

4. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Bachmann, E.: Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Unterlage. II. Granat und Quarz. (Mit 4 Textfiguren) 261
Bethge, H.: Das Havelplankton im Sommer 1911 496
Boas, Friedrich: Zwei neue Vorkommen von Bakterienknoten in Blättern von Rubiaceen. (Mit 2 Textfiguren) 416
Bönicke, L. v.: Zur Kenntnis der Prophasen der heterotypischen Teilung einiger Pollenmutterzellen. (Mit Tafel IV) 59
Brand, F.: Über einige neue Grünalgen aus Neuseeland und Tahiti. (Mit Tafel VII) 138
— — Über die Siphoneengattung *Chlorodesmis*. (Mit einer Abbildung im Text) 606
Brenner, Widar: Untersuchungen über die Stickstoffernährung des *Aspergillus niger* und deren Verwertung. (Vorläufige Mitteilung) . . 479
Bubák, Fr.: Eine neue Krankheit der Maulbeerbäume. (II. Mitteilung.) (Mit einer Abbildung im Text) 70
— — Ein neuer Pilz mit sympodialer Konidienbildung. (Mit Tafel XIV und 2 Abbildungen im Text) 381
Burgerstein, A.: Diagnostische Merkmale der Markstrahlen von *Populus* und *Salix* 679
Dessiatoff, N.: Zur Entwicklung des Embryosackes von *Euphorbia virgata* W. K. (Mit 17 Textfiguren) 33
Docters van Leeuwen-Reijnvaan, J. und **W.:** Kleinere cecidologische Mitteilungen. III. Über die unter Einfluß eines Cocciden entstandene Umbildung der oberirdischen Triebe von *Psilotum triquetrum* Sw. in dem Rhizom ähnlich gebauten Wucherungen. (Mit Tafel IX und einer Abbildung im Text) 166

Seite

Doctors van Leeuwen, W.: Über die Ursache der wiederholten Verzweigung der Stützwurzeln von *Rhizophora*. (Mit zwei Textfiguren) . . . 476

Eisler, M. v., und Portheim, L. v.: Über Haemagglutinine in Pflanzen 419

Faber, F. C. von: „s'Lands Plantentuin" zu Buitenzorg nach dem Hinscheiden Treubs 347

Figdor, W.: Das Anisophyllie-Phänomen bei Vertretern des Genus *Strobilanthes* Blume. (Mit 2 Abbildungen im Text) 549

Forenbacher, Aurel: Die Chondriosomen als Chromatophorenbildner. (Mit Doppeltafel XXV) 648

Fries, Rob. E.: Ein unbeachtet gebliebenes Monokotyledonenmerkmal bei einigen Polycarpicae. (Mit 6 Textfiguren) 292

Gassner, Gustav: Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit *Chloris ciliata* 708

Geerts, J. M.: Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*. (Mit Tafel VIII) 160

Gehrmann, Karl: Zur Blütenbiologie der Rhizophoraceae. (Mit 2 Abbild. im Text) 308

Grafe, Viktor: Untersuchungen über das Verhalten grüner Pflanzen zu gasförmigem Formaldehyd. (Mit 2 Abbildungen im Text) . . . 19

Hanausek, T. F.: Über das Perikarp und das Perikarpsekret der Gattung *Carthamus*. (Mit Tafel I) 13

— — Zur Kenntnis der Verbreitung der Phytomelane 558

Heydrich, F.: Die Lithotamnien vor Roscoff. (Mit Tafel II) 26

Hildebrand, Friedrich: Über einen Bastard zwischen *Anemone Robinsoniana* und *Anemone memorosa* 302

Ivanow, Sergius: Über Ölsynthese unter Vermittlung der pflanzlichen Lipase. (Mit 1 Textfigur) 595

Iwanoff, Leonid: Über die sogenannte Atmung der zerriebenen Samen 563

— — Über die Wirkung des Sauerstoffs auf die alkoholische Gärung der Erbsensamen 622

Jahn, E.: Myxomycetenstudien. 8. Der Sexualakt. (Mit Tafel XI) . . 231

Jesenko, Fr.: Einige neue Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. (I. Mitteilung.) (Mit Tafel XII) 273

Karauschanow, S.: Zur Frage nach der Bedeutung des Dioxyacetons als eines intermediären Produktes der alkoholischen Gärung. . . . 322

Kasanowsky, V.: *Aphanomyces laevis* de Bary. 1. Entwicklung der Sexualorgane und Befruchtung. (Mit Tafel X) 210

Kolkwitz, R.: Über das Kammerplankton des Süßwassers und der Meere. (Mit 3 Abbildungen im Text) 386

— — Das Planktonsieb aus Metall und seine Anwendung. (Mit 3 Abbildungen im Text) 511

Küster, Ernst: Über amöboide Formveränderungen der Chromatophoren höherer Pflanzen. (Mit 4 Abbildungen im Text) 362

Lakon, Georg: Über das Vorkommen von Stärkekörnern und Öltropfen in den Tracheidenhoftüpfeln des Coniferenholzes. (Mit 1 Textfig.) 175

Lebedeff, A. J.: Über die Bildung des Stickoxyds bei dem durch *Bac. Hartlebi* eingeleiteten Denitrifikationsprozeß. (Vorläufige Mitteilung) 327

Seite

Lehmann, Ernst: Temperatur und Temperaturwechsel in ihrer Wirkung auf die Keimung lichtempfindlicher Samen. (Vorläufige Mitteilung) 577

Lepeschkin, W. W.: Über die Struktur des Protoplasmas. (Vorläufige Mitteilung) 181

— — Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran 247

Lepeschkin, W. W.: Über die Einwirkung anästhesierender Stoffe auf die osmotischen Eigenschaften der Plasmamembran 349

Lewitsky, G.: Vergleichende Untersuchung über die Chondriosomen in lebenden und fixierten Pflanzenzellen. (Mit Tafel XXVII.) (Vorläufige Mitteilung) 685

— — Die Chloroplastenanlagen in lebenden und fixierten Zellen von *Elodea canadensis* Rich. (Mit Tafel XXVIII) 697

Lieber, G. Diethelm: Über die Zucker in den Knollen der *Nephrolepis hirsutula* Presl. 375

Lorch, W.: Über eine eigenartige Form sklerenchymatischer Zellen in den Stereomen von *Polytrichum commune* L. (Mit 5 Textfiguren) 590

Magnus, P.: Ein neues *Melanotaenium* aus Thüringen 456

Meyer, Arthur: Bemerkungen zu G. LEVITSKY: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen 158

Miehe, H.: Die sogenannten Eiweißdrüsen an den Blättern von *Ardisia crispa* A. DC. (Vorläufige Mitteilung) 156

Modilewski, J.: Über die anomale Embryosackentwicklung bei *Euphorbia palustris* L. und anderen Euphorbiaceen. (Mit Tafel XV) . . . 430

Molisch, Hans: Über das Vorkommen von Saponarin bei einem Lebermoos (*Madotheca platyphylla*) 487

Müller, Otto: Diatomeenrest aus den Turonschichten der Kreide. (Mit Tafel XXVI) 661

Nawaschin, S.: Über eine Art der Chromatindiminution bei *Tradescantia virginica*. (Mit Tafel XVI.) (Vorläufige Mitteilung) 437

Neger, F. W.: Ambrosiapilze. IV. Tropische Ambrosiapilze. 50

Neljubow, D.: Geotropismus in der Laboratoriumsluft 97

Němec, B.: Über eine Chytridiazee der Zuckerrübe. 48

Nestler, A.: Die hautreizende Wirkung des Amberholzes (*Liquidambar styraciflua* L.) 672

Nilsson-Ehle, H.: Über Entstehung scharf abweichender Merkmale aus Kreuzung gleichartiger Formen beim Weizen 65

Osterwalder, A.: Über eine neue auf kranken Himbeerwurzeln vorkommende *Nectria* und die dazu gehörige *Fusarium*-Generation. (Mit Tafel XXII) 611

Palladin, W.: Die Bildung roten Pigments an Wundstellen bei *Amaryllis vittata*. (Mit 1 Abbildung im Text). 132

— — Über die Wirkung von Methylenblau auf die Atmung und alkoholische Gärung lebender und abgetöteter Pflanzen (Zur Kenntnis der intrazellularen Bewegung des Wasserstoffs) 472

Pascher, A.: *Cyrtophora*, eine neue tentakeltragende Chrysomonade um Franzensbad und ihre Verwandten. (Mit Tafel VI und einer Abbildung im Text) 112

Seite

Pascher, A.: Zwei braune Flagellaten. (Mit 2 Abbildungen im Text) . . 190
— — Über die Beziehungen der Cryptomonaden zu den Algen. (Vorläufige Mitteilung) 193
— — Marine Flagellaten im Süßwasser. (Mit Tafel XIX, Fig. 1—13) . 517
— — Über Nannoplanktonten des Süßwassers. (Mit Tafel XIX, Fig. 14—24) 523
Portheim, L. v.: siehe EISLER.
Reinisch, Olga: Eine neue Phaeocapsacee. (Mit Tafel V) 77
Renner, O.: Zur Physik der Transpiration 125
Ritter, G. E.: Ammoniak und Nitrate als Stickstoffquelle für Schimmelpilze 570
Rössler, Wilhelm: Ein neuer Fall des Durchgangs eines Pollenschlauches durch das Integument. (Mit Tafel XIII) 370
Rudolph, Karl: Zur Kenntnis der Entfaltungseinrichtungen an Palmenblättern. (Mit Tafel III) 39
Rywosch, S.: Über eine Diffusionsbeschleunigung der Dextrose. 204
Sapèhin, A. A.: Über das Verhalten der Plastiden im sporogenen Gewebe. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 5 etwas schematisierten Textfiguren) 491
Schneider, J. M.: Über das Öffnen des Nahtgewebes der Antheren . . . 406
Schröder, Bruno: *Rhizosolenia victoriae* n. sp. (Mit Tafel XXIX) 739
Schulow, Iw.: Zur Methodik steriler Kulturen höherer Pflanzen. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 3 Abbildungen im Text) 504
Schuster, Julius: Bemerkungen über *Podozamites*. (Mit 4 Abbildungen im Text und Tafel XVII) 450
— *Osmundites* von Sierra Villa Rica in Paraguay. (Mit 4 Textfiguren und Tafel XX) 534
— Paleozäne Rebe von der Greifswalder Oie. (Mit Tafel XXI) . . . 540
— *Xylopsaronius* — der erste Farn mit sekundärem Holz? (Mit 3 Textfiguren) 545
— — Goethes physisch-chemisch-mechanisches Problem. (Mit einer Abbildung im Text) 722
Snell, K.: Die Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Ausbildung von verholzten Elementen im Epikotyl von *Phaseolus multiflorus*. (Mit Tafel XVIII) 461
Sonntag, P.: Die mikroskopische Unterscheidung der Hanf- und Flachsfaser. (Vorläufige Mitteilung) 669
Steinbrinck, C.: Über die Ursache der Krümmungen einiger lebender Achsenorgane infolge von Wasserverlust. (Zweite Mitteilung.) (Mit 2 Textfiguren) 334
Tobler, F.: Zur Ernährungsphysiologie der Flechten 3
Tschirch, A.: Die Feigenbäume Italiens (*Ficus Carica* L., *Ficus Carica α Caprificus* und *Ficus Carica β domestica* und ihre Beziehungen zueinander. (Mit 2 Abbildungen im Text) 83
Tswett, M.: Über den makro- und mikrochemischen Nachweis des Carotins 630
— — Über Reicherts Fluoreszenz-Mikroskop und einige damit angestellten Beobachtungen über Chlorophyll und Cyanophyll . . 744
Úlehla, Vladímir: Die Stellung der Gattung *Cyathomonas* From. im System der Flagellaten. (Mit 2 Abbildungen im Text) 284
Wehmer, C.: Die Natur der lichtbrechenden Tröpfchen in den Sporen des Hausschwamms (*Merulius lacrymans*). (Mit 1 Abbildung im Text) 488

Seite

Wehmer, C.: Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwamm (*Merulius lacrymans*). (Mit einer Abbildung im Text) 704
Werth, E.: Das Perzeptionsorgan der *Pterostylis*-Blüte. (Mit 7 Textfiguren) 728
Wiesner, J. v.: Über fixe und variable Lichtlage der Blätter. 304
— Über aphotometrische, photometrische und pseudophotometrische Blätter 355
Wóycicki, Z.: Zur Frage der Entstehung der Pollenhaut bei *Malva silvestris* L. (Mit Tafel XXIII und XXIV und einer Abbildung im Text) 636
Zaleski, W.: Über die Rolle der Nucleoproteide in den Pflanzen 146
Zeijlstra Fzn., H. H.: Versuch einer Erklärung der „Sereh"-Erscheinungen des Zuckerrohrs 330

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I zu **T. F. Hanausek**, Erklärung auf Seite 18.
Tafel II zu **F. Heydrich**, Erklärung auf Seite 32.
Tafel III zu **Karl Rudolph**, Erklärung auf Seite 47.
Tafel IV zu **L. v. Bönicke**, Erklärung auf Seite 64.
Tafel V zu **Olga Reinisch**, Erklärung auf Seite 83.
Tafel VI zu **A. Pascher**, Erklärung auf Seite 124.
Tafel VII zu **F. Braun**, Erklärung auf Seite 145.
Tafel VIII zu **J. M. Geerts**, Erklärung auf Seite 165.
Tafel IX zu **J. und W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan**, Erklärung auf Seite 175.
Tafel X zu **V. Kasanowsky**, Erklärung auf Seite 227.
Tafel XI zu **E. Jahn**, Erklärung auf Seite 247.
Tafel XII zu **Fr. Jesenko**, Erklärung auf Seite 283.
Tafel XIII zu **Wilhelm Rössler**, Erklärung auf Seite 374.
Tafel XIV zu **Fr. Bubák**, Erklärung auf Seite 385.
Tafel XV zu **J. Modilewski**, Erklärung auf Seite 436.
Tafel XVI zu **S. Nawaschin**, Erklärung auf Seite 448.
Tafel XVII zu **Julius Schuster**, Erklärung auf Seite 455.
Tafel XVIII zu **K. Snell**, Erklärung auf Seite 472.
Tafel XIX zu **A. Pascher**, Erklärung auf Seite 523.
Tafel XX zu **Julius Schuster**, Erklärung auf Seite 539.
Tafel XXI zu **Julius Schuster**, Erklärung auf Seite 544.
Tafel XXII zu **A. Osterwalder**, Erklärung auf Seite 621.
Tafel XXIII zu **Z. Wóycicki**, Erklärung auf Seite 645.
Tafel XXIV zu **Z. Wóycicki**, Erklärung auf Seite 645.
Tafel XXV zu **Aurel Forenbacher**, Erklärung auf Seite 660.
Tafel XXVI zu **Otto Müller**, Erklärung auf Seite 668.
Tafel XXVII zu **G. Lewitsky**, Erklärung auf Seite 696.
Tafel XXVIII zu **G. Lewitsky**, Erklärung auf Seite 703.
Tafel XXIX zu **Bruno Schröder**, Erklärung auf Seite 743.

Übersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—12), ausgegeben am 23. Februar 1911.
Heft 2 (S. 13—74), ausgegeben am 30. März 1911.
Heft 3 (S. 75—178), ausgegeben am 27. April 1911.
Heft 4 (S. 179—228), ausgegeben am 24. Mai 1911.
Heft 5 (S. 229—318), ausgegeben am 29. Juni 1911.
Heft 6 (S. 319—402), ausgegeben am 27. Juli 1911.
Heft 7 (S. 403—458), ausgegeben am 12. September 1911.
Heft 8 (S. 459—602), ausgegeben am 23. November 1911.
Heft 9 (S. 603—646), ausgegeben am 28. Dezember 1911.
Heft 10 (S. 647—746), ausgegeben am 25. Januar 1912.
Generalversammlungsheft [S. (1)—(103)] ausgegeben am 26. März 1912.

Berichtigungen.

S. 458, 3. Zeile lies *Entyloma Aschersonii* statt *Entyloma Ustilago Aschersonii.*
Statt Tafel XX lies XXI. Statt Tafel XXI lies XX

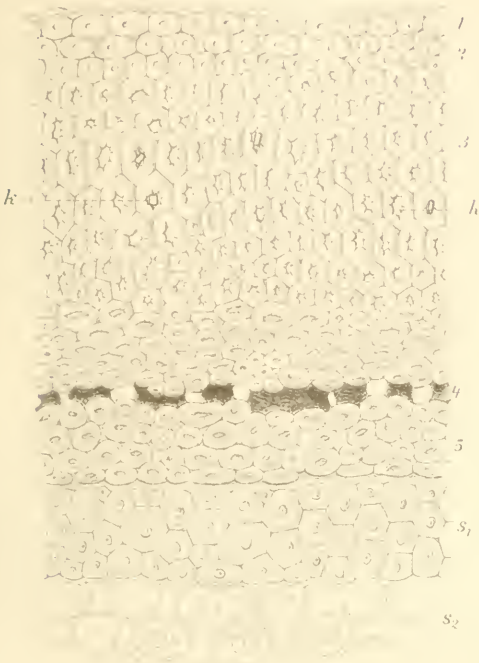


Fig. 1.

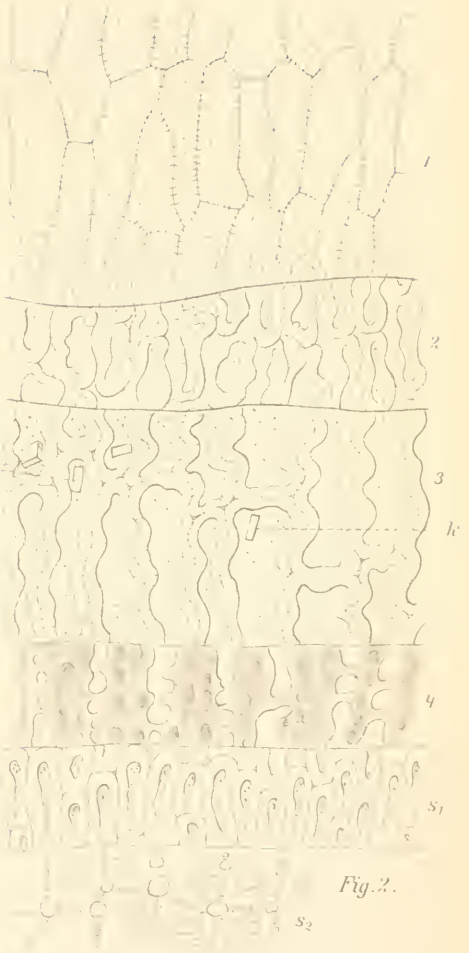
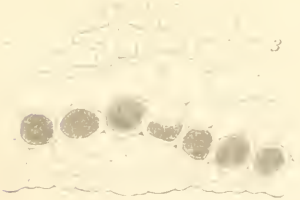


Fig. 2.

Fig. 4.



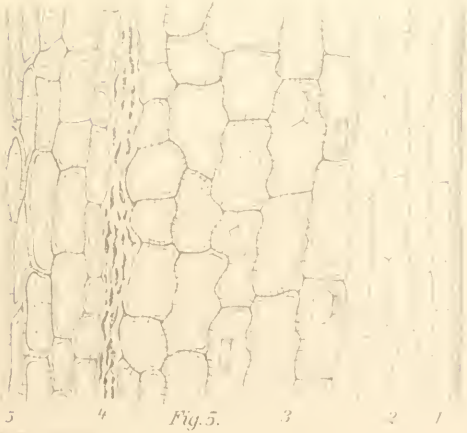


Fig. 5.

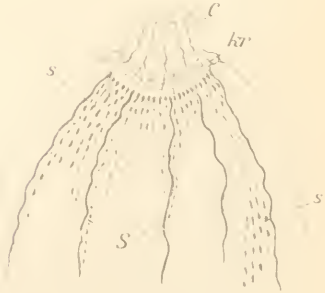
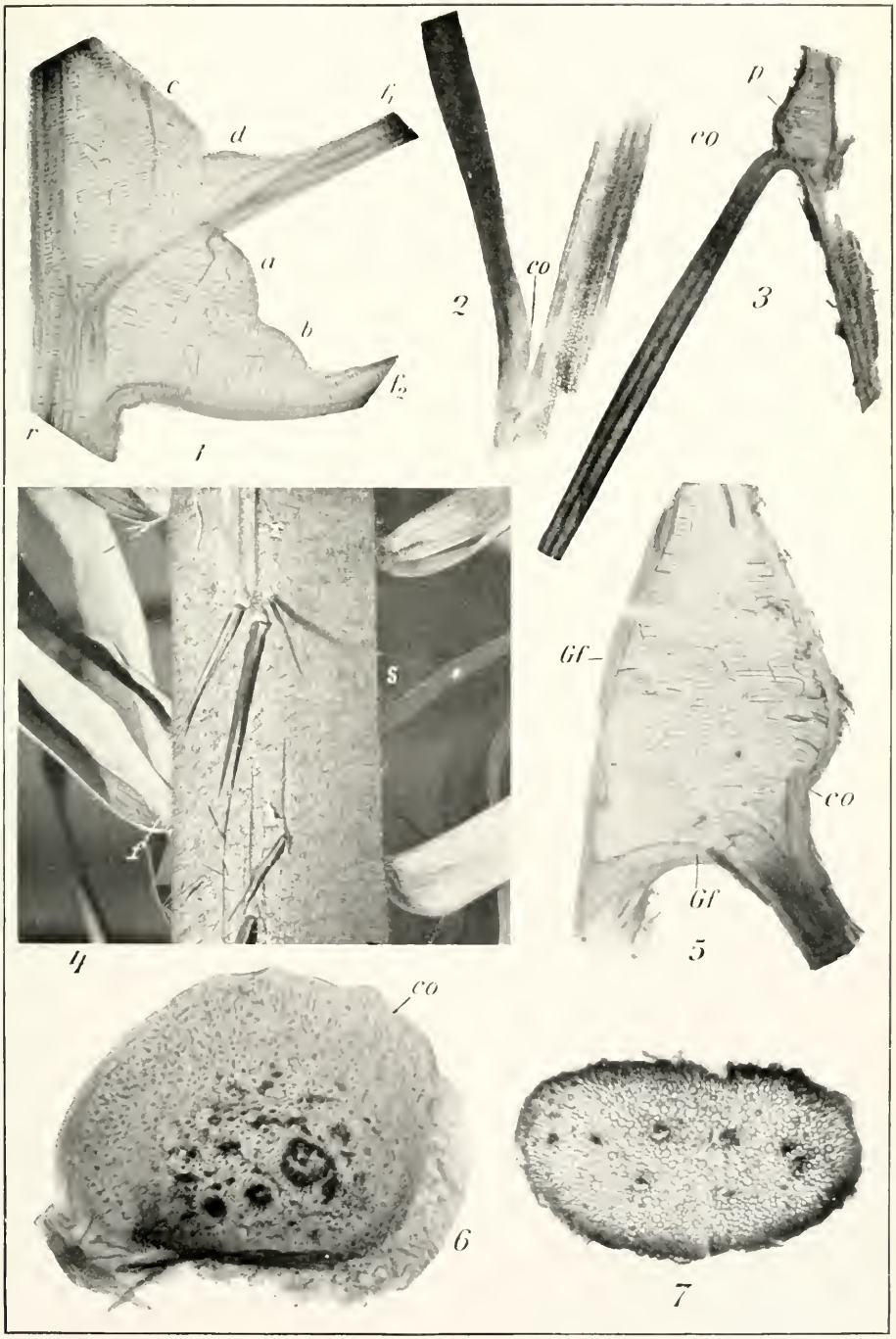
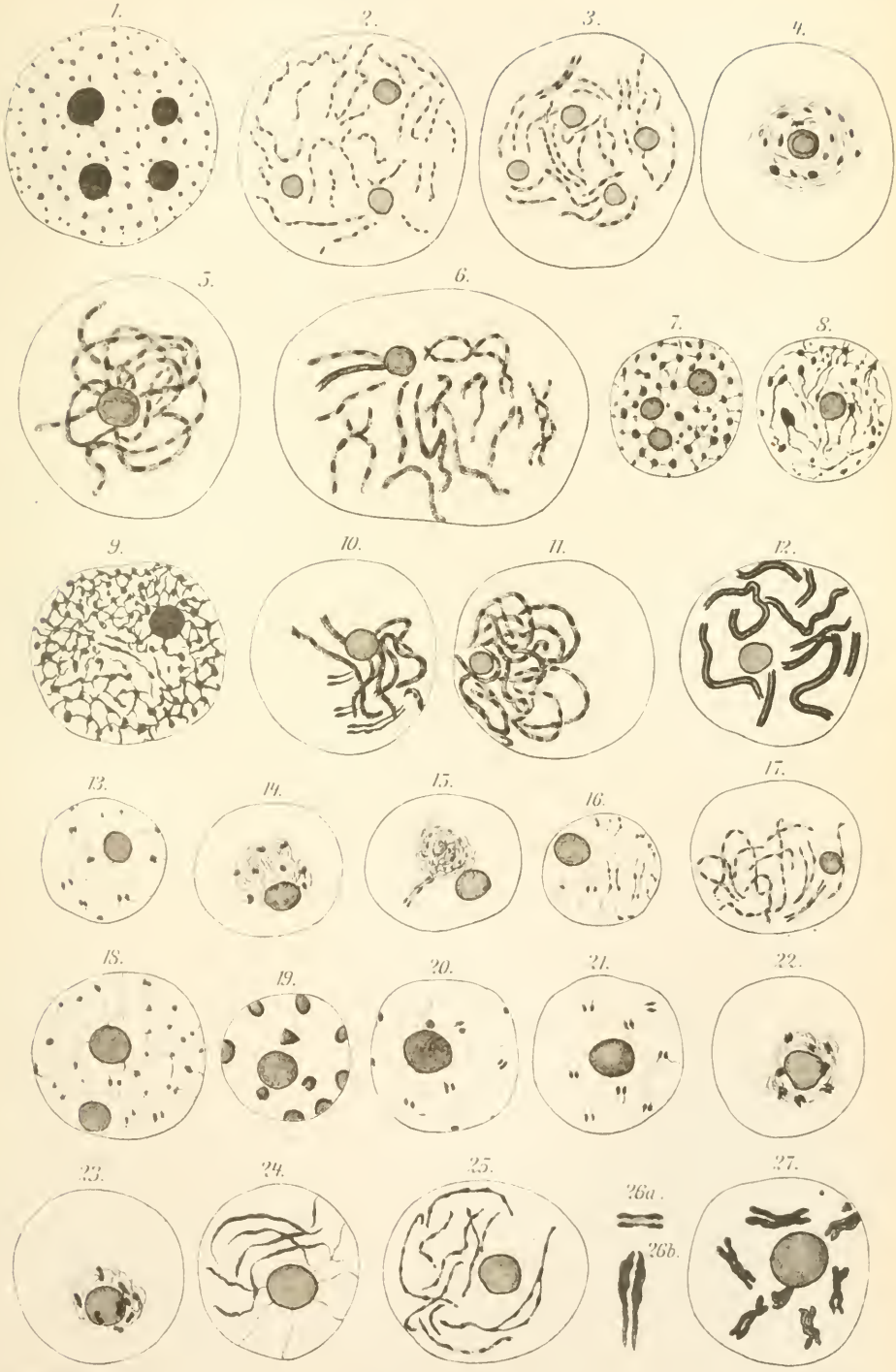


Fig. 3.

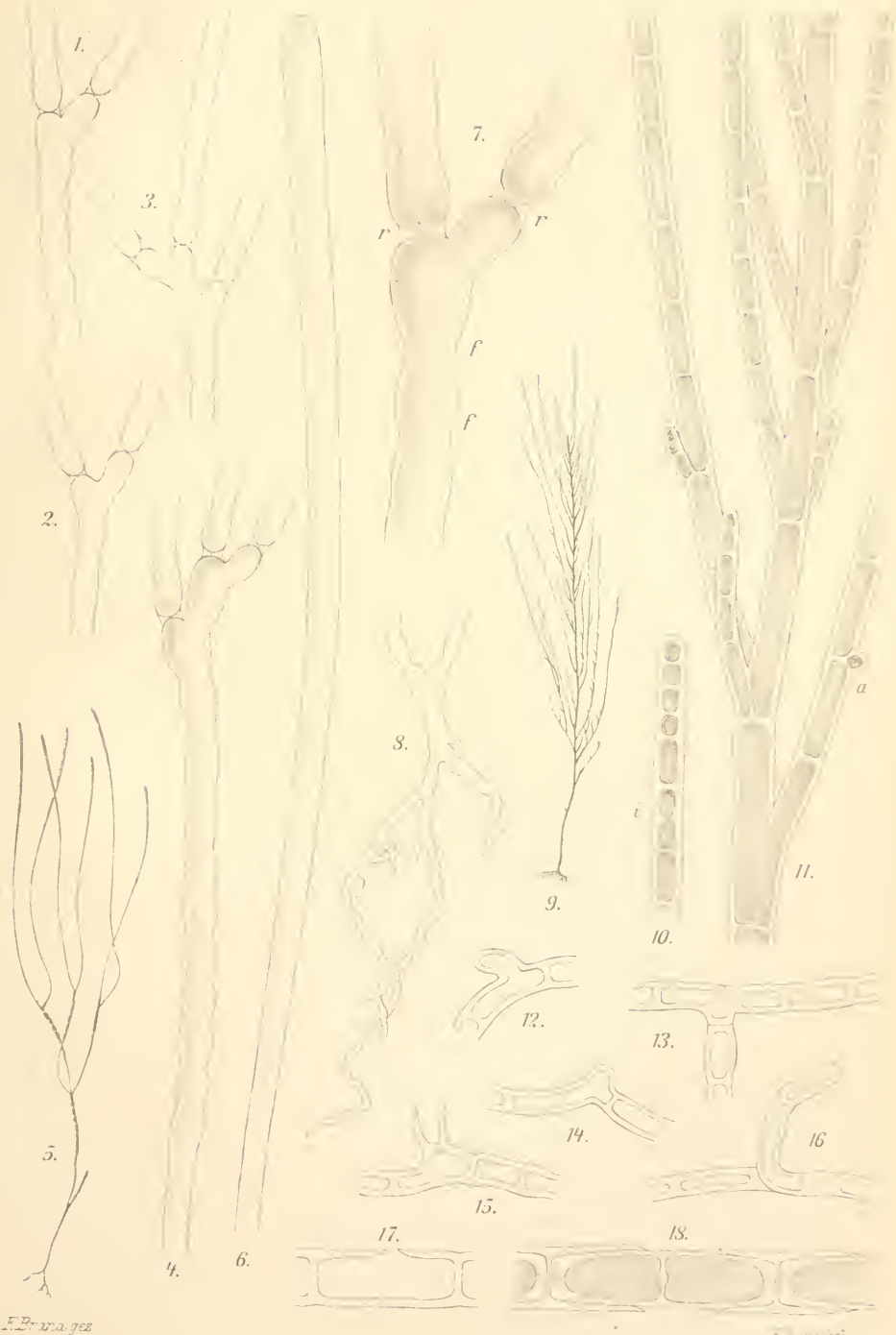
1a.
2.
Tr
6.
1b.
3.
c
10.
c
a
c
c
a
a
12.
5.
11.
Tr
Tr
Sp
8.
c
A
A
4.
Tr
Tr
Sp
9.
c
c
A
c
st
st
A
A
7.
A

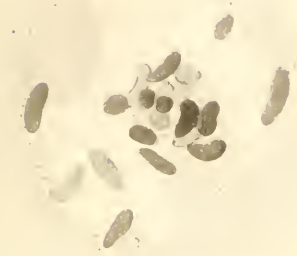


Endler und Rudolph phot.

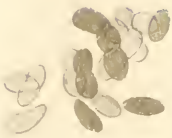

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26a.
26b.
27.

2.
3.
4.
5.
6.
9.
8.
7.
10.
11.
12.
13.
1.
14.
15.
16.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
r
r
f
f
8.
9.
10.
11.
a
i
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.



1a.

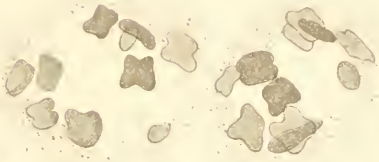


2a.

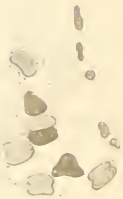
3a.

1b.

2b.



4a. 4b.



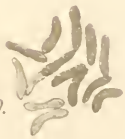
3b.

5a.

5b.

7.

9.



10.

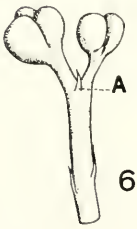
8.

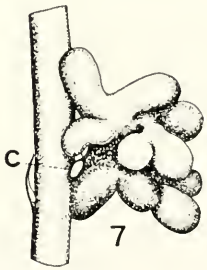
11.

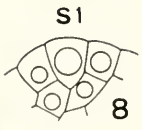
12.

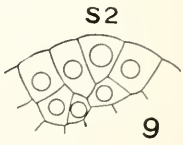
6.

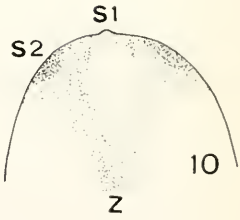
J.M. Sorts ger

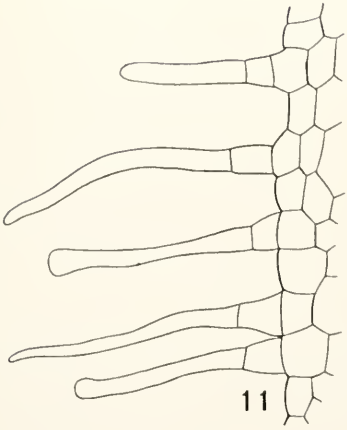


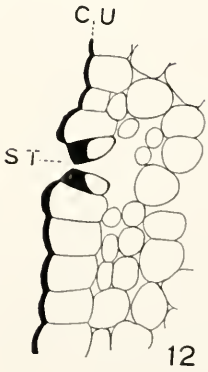


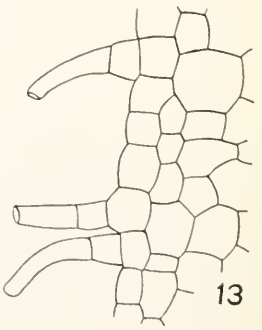




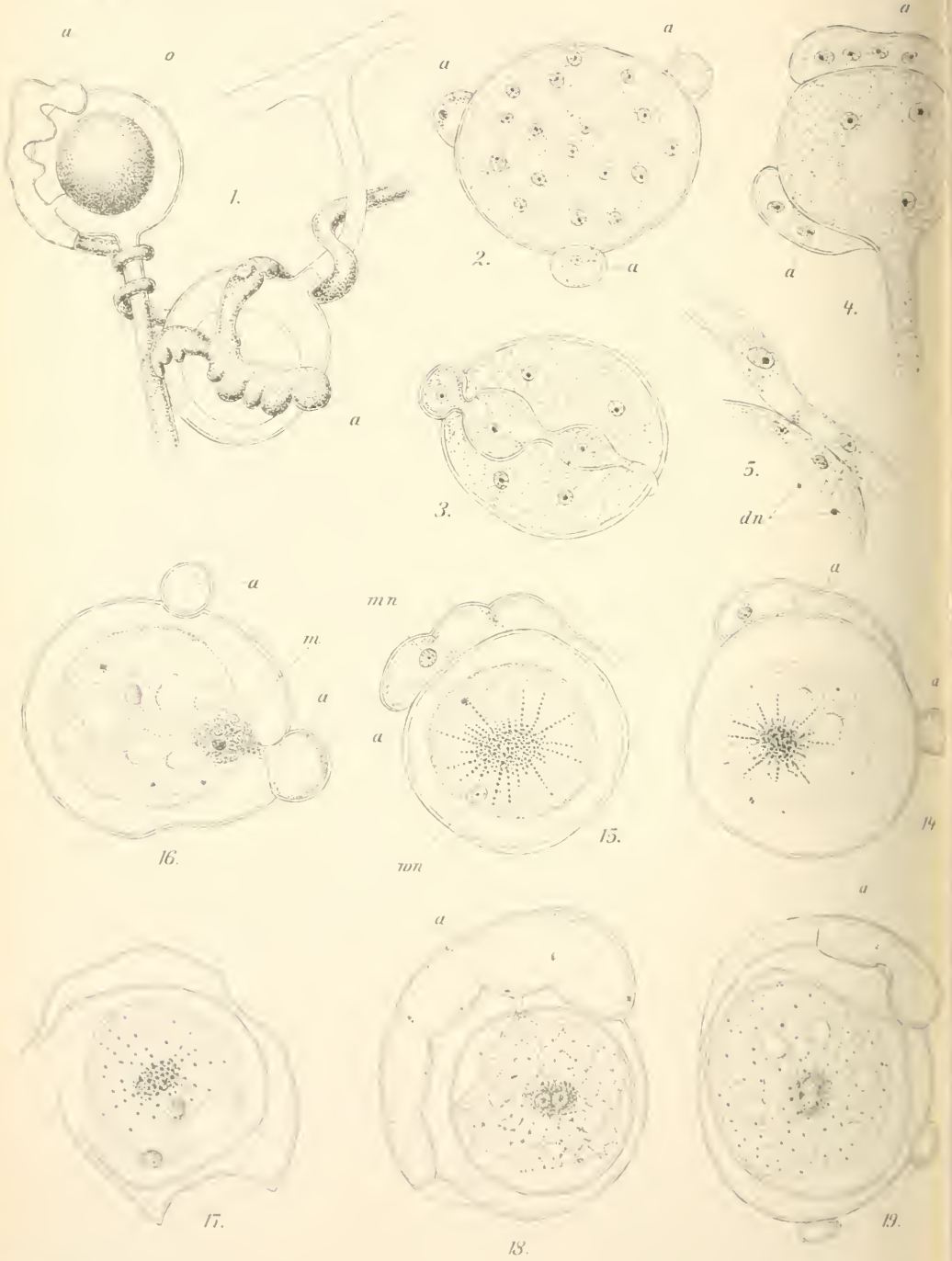






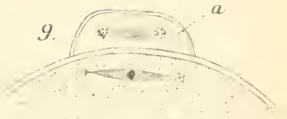


J. u. W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan gez. u. phot.


a
o
1.
a
a
a
2.
a
a
4.
3.
5.
dn
a
m
a
16.
mn
a
15.
mn
a
a
14.
a
a
17.
a
18.
a
19.

a
x
n
dn
x
6.
dn
x
a
a
7.

8.
b
a

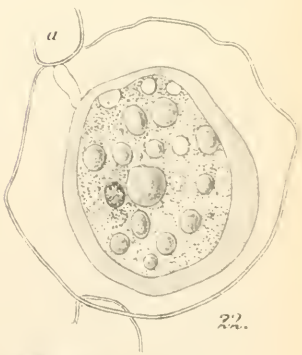

9.
a

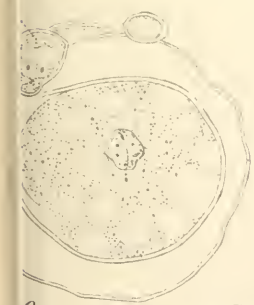
a
c
b
d
10.

dn
a
13.

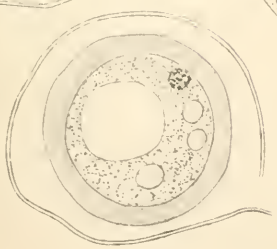
chr
a
c
en
12.

11.
a


a
22.


0.

a²
a¹
21.


23.

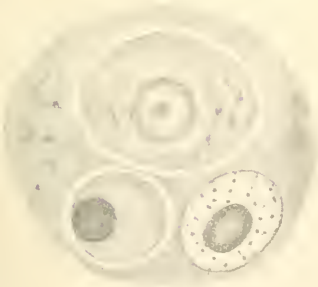
24.

1.

2.

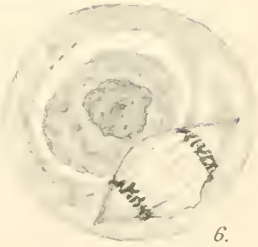
9.

8.



5.

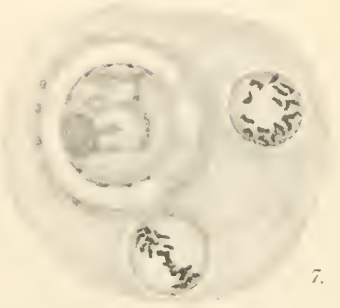
10.



6.

3.

4.



7.

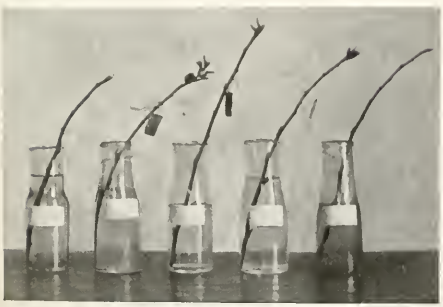
Fig. 1

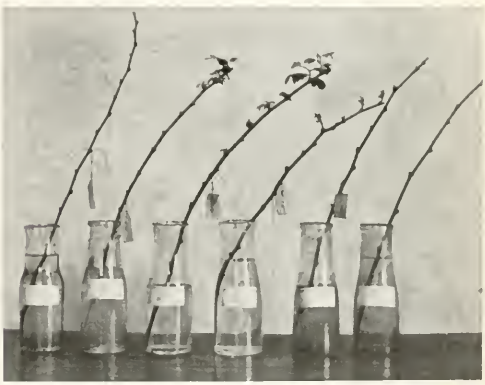
Fig. 4

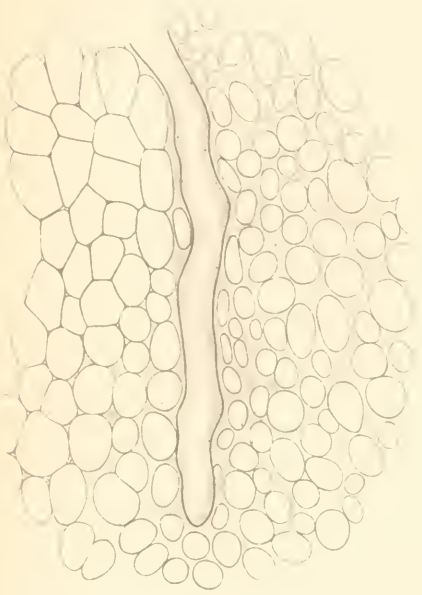
Fig. 5

Fig. 2

Fig. 6

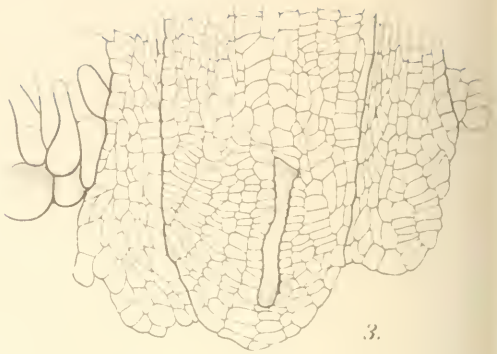




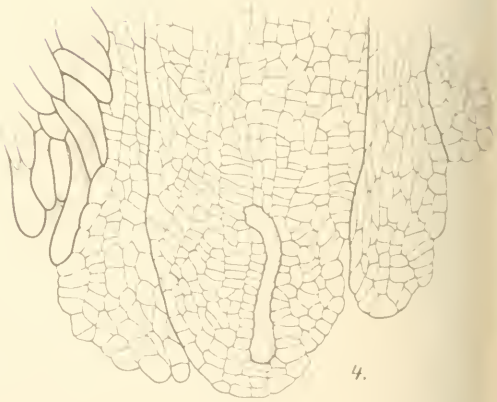


1.

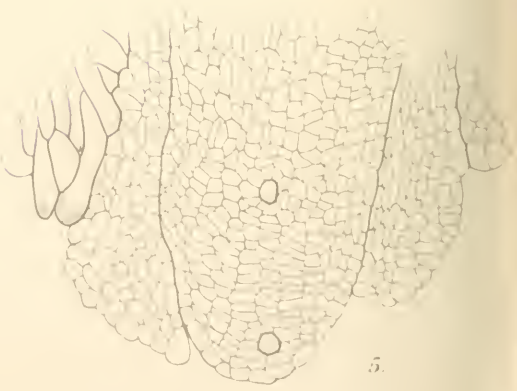
2.



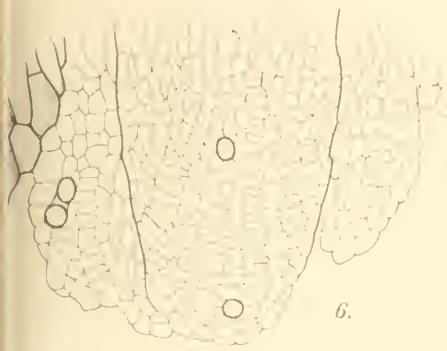
3.



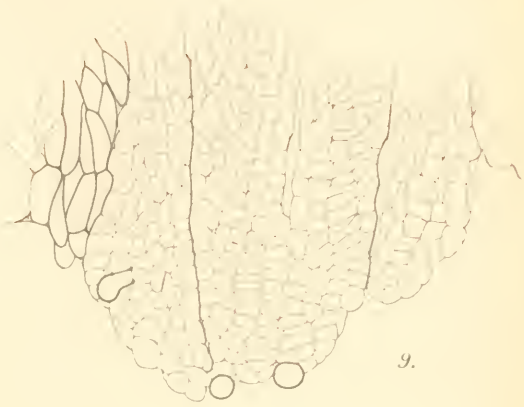
4.



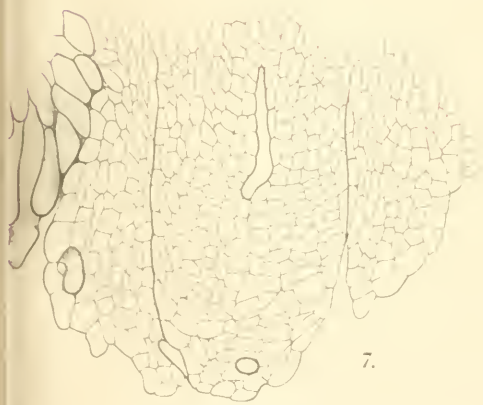
5.



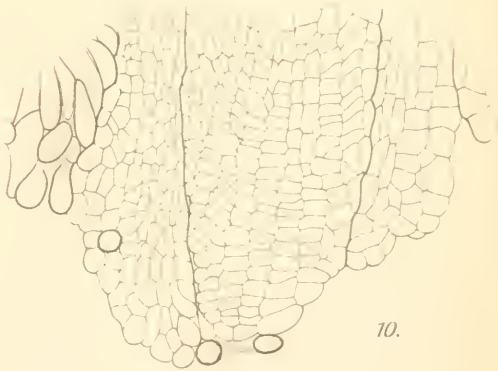
6.



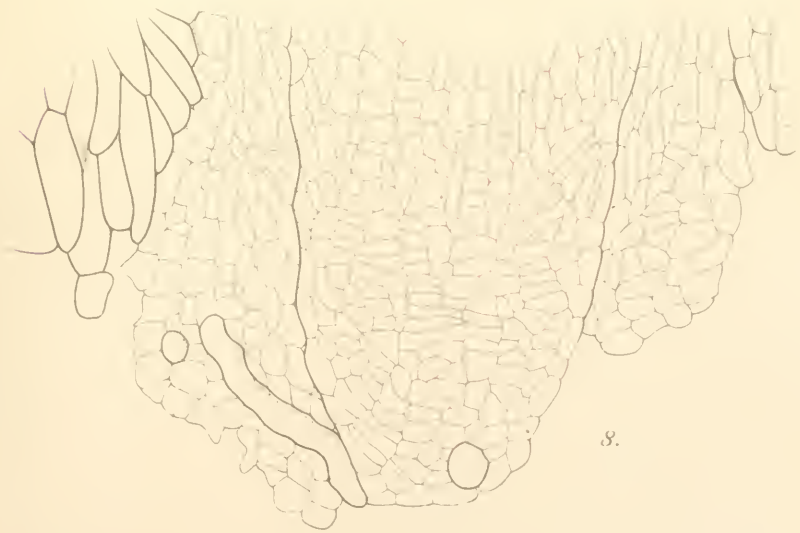
9.



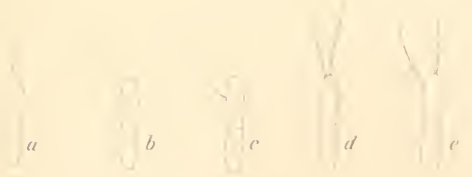
7.



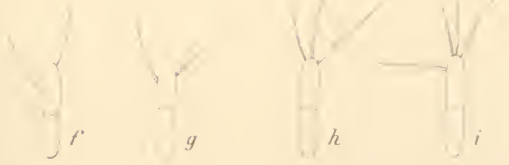
10.

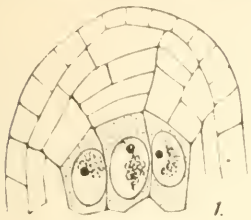


8.



8.




1.

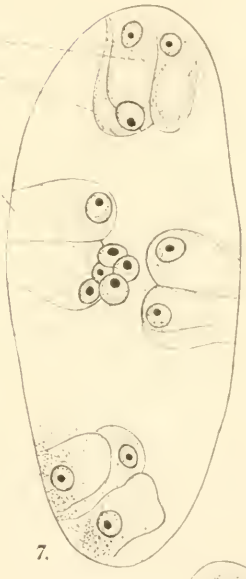
2.

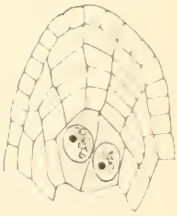
3a.

3b.

4.

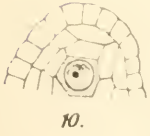
6.


7.


8.

5.

9.


10.

11.

12.

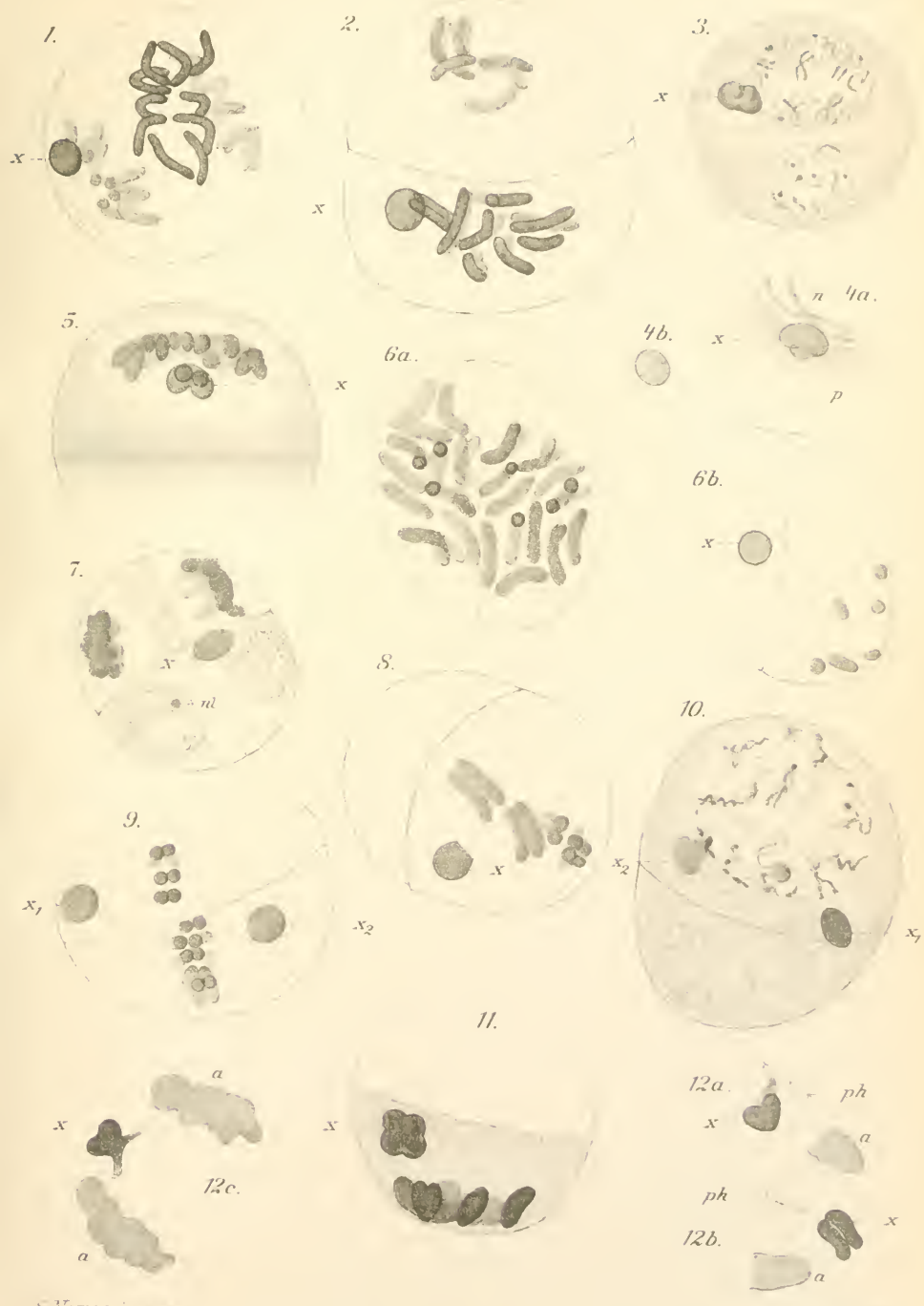
13.

14.

15.

J. Moldenhawer gez.

E. Lauterbach


1.
x
2.
x
3.
x
4a.
n
x
p
4b.
5.
x
6a.
6b.
x
7.
x
nl
8.
x
9.
x1
x2
10.
x2
x1
11.
x
12a.
ph
x
a
ph
x
12b.
a
12c.
x
a
a
S. Nawaschin gez.
Fischer lith.

4

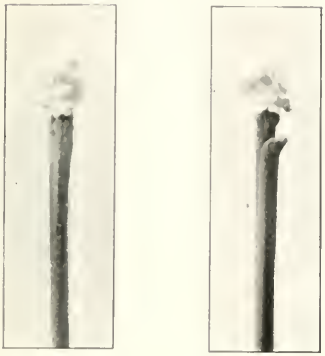
3

1

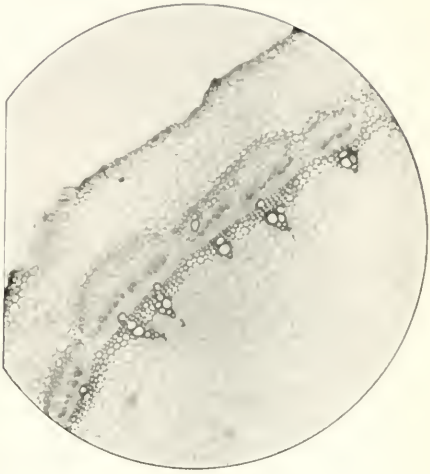
2

Schuster phot.

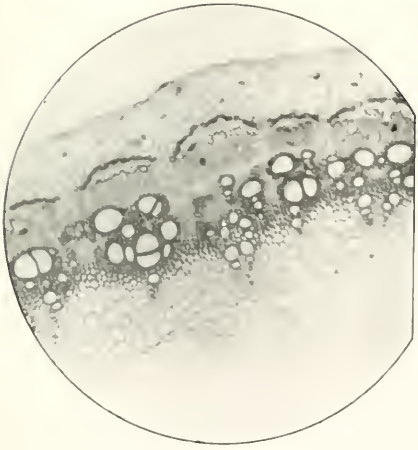
1



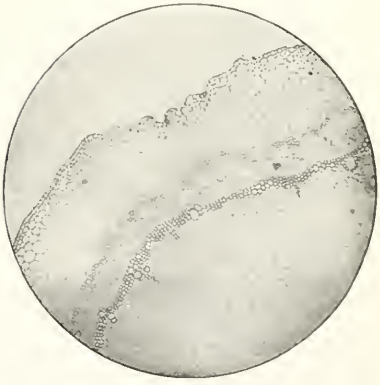
2



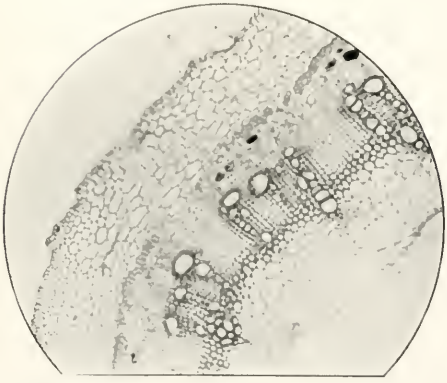
3



4

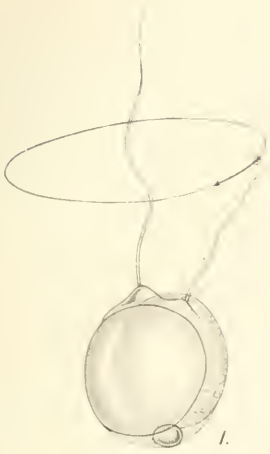


5



6

K. Snell phot.


1.

2.

3.

4.

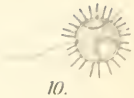
5.

6.

7.

8.

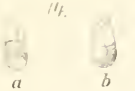
9.


10.

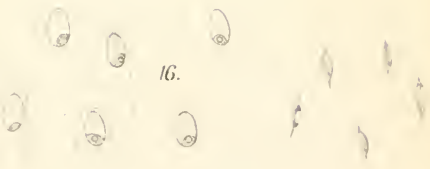
11.

12.

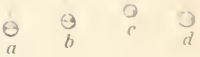
13.

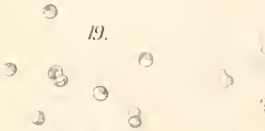

14.

15.


16.

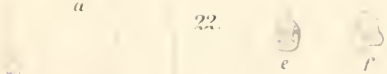
17.

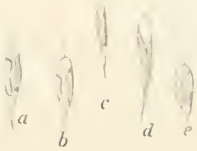

18.


19.

20.

21.


22.

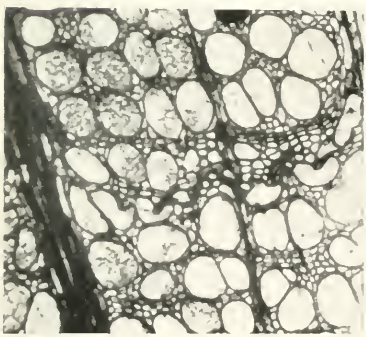

23.

24.

Fischer gez.

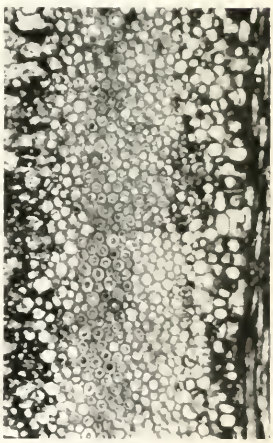
1

2



3

4



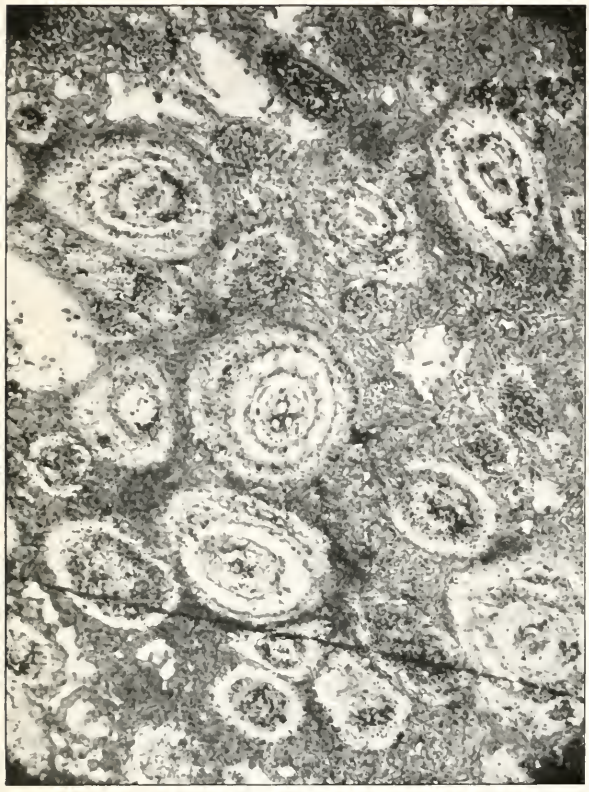
7

6

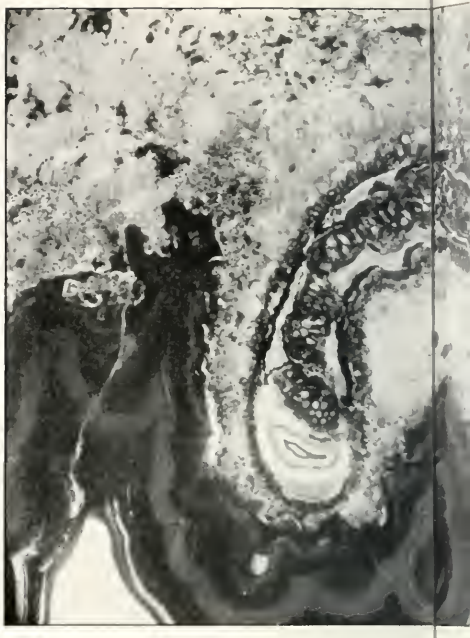
8

5

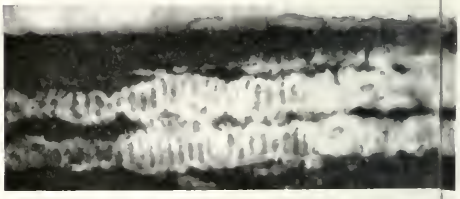
J. Schuster phot.



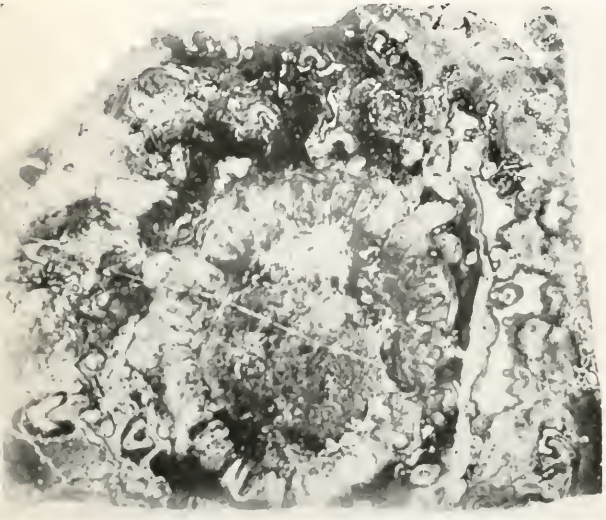
6



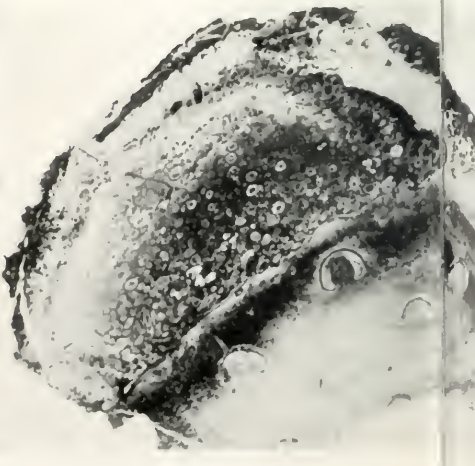
4



7

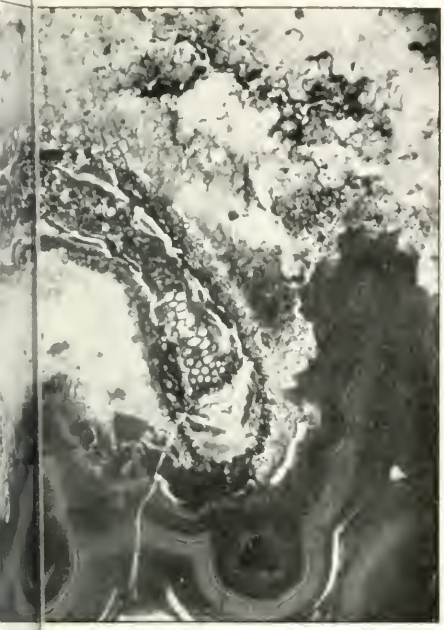


1

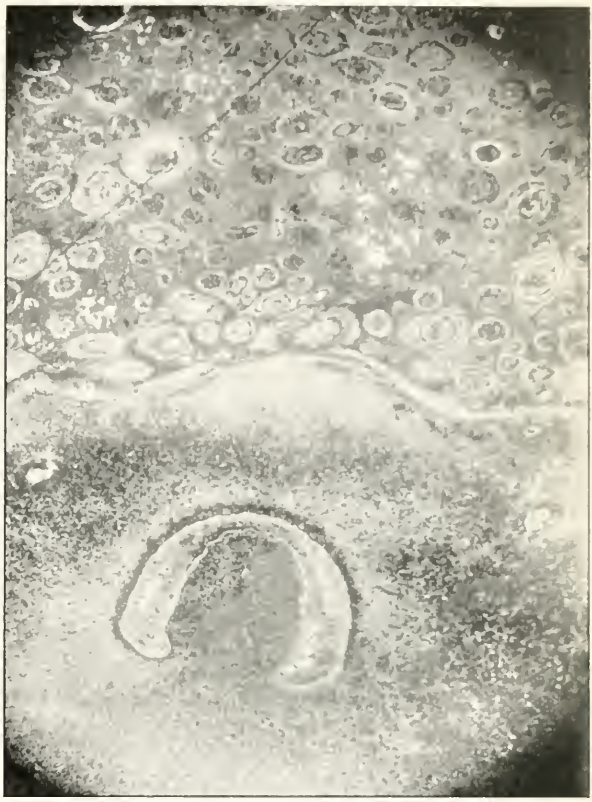


2

J. Schuster phot.

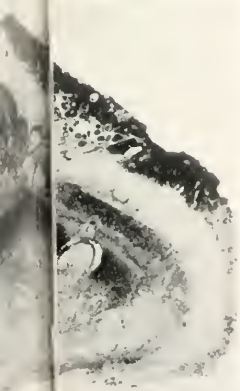


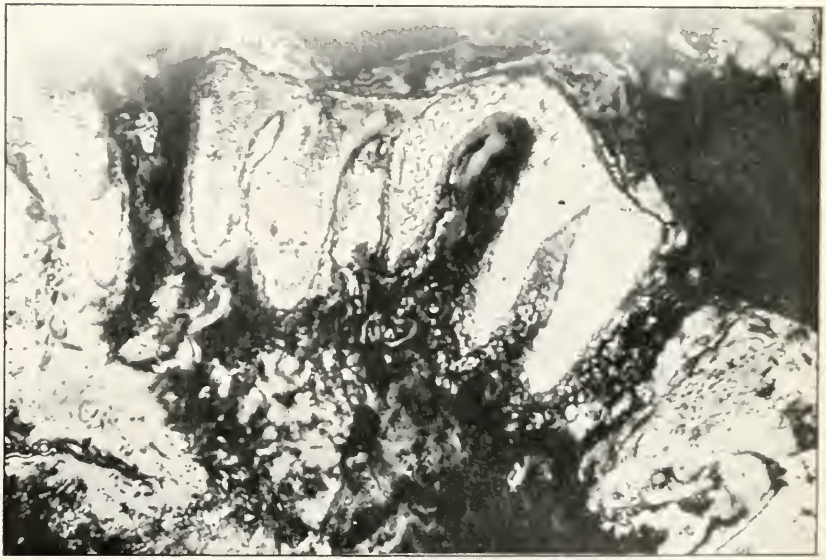
1



5

4

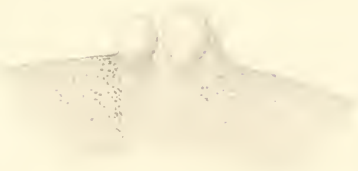




3

1.

2.


3.

4.

5.

6.

7.

8.

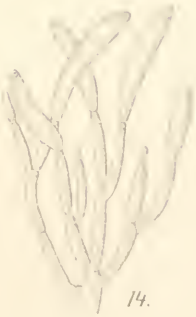
9.

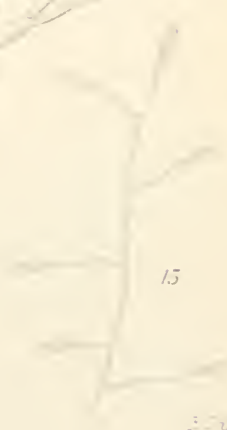
10.

11.

12.

13.


14.


15.

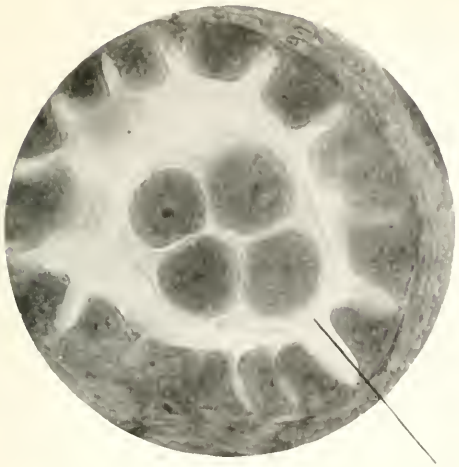


Fig. 1

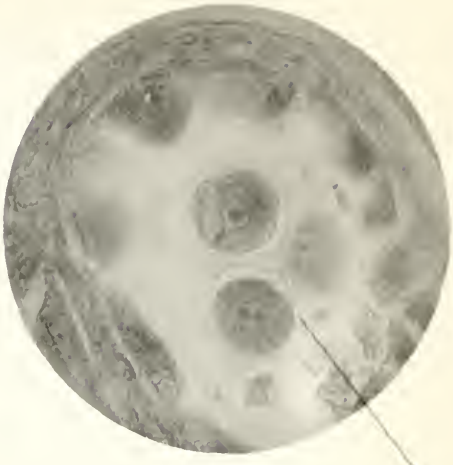


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

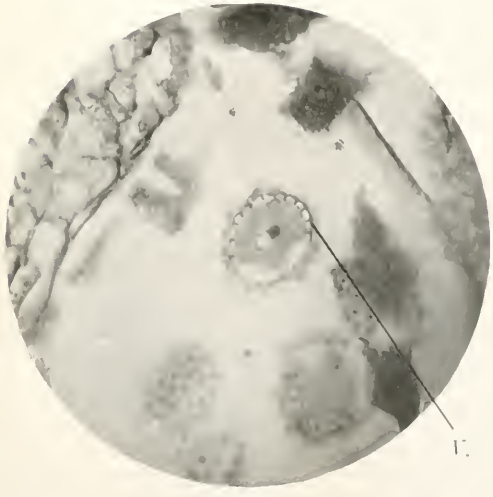


Fig. 7

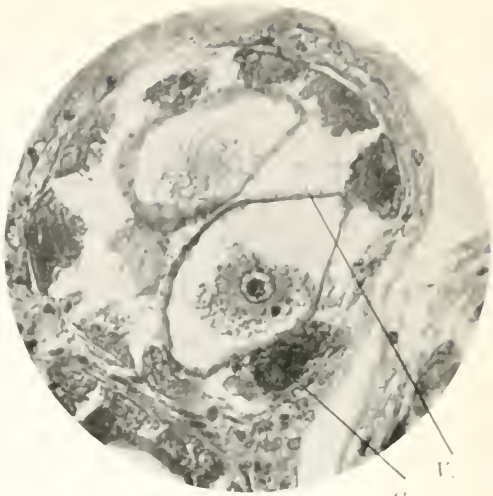


Fig. 8

Fig. 9

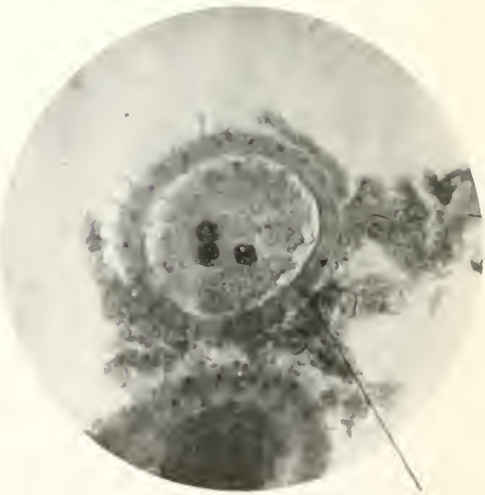


Fig. 10

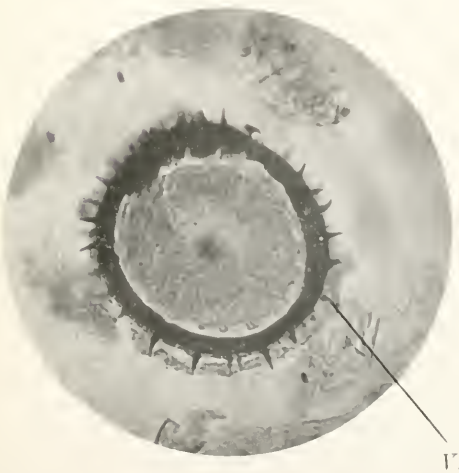


Fig. 11

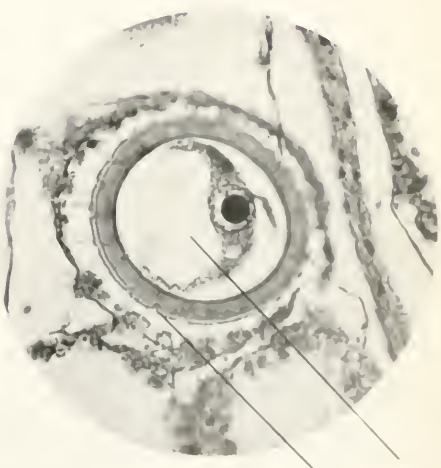
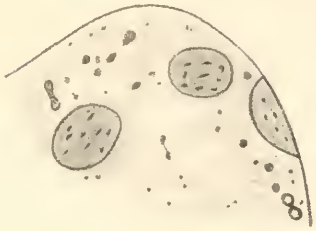


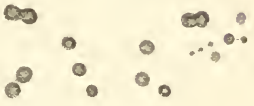
Fig. 12



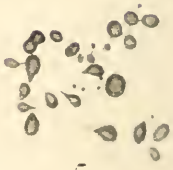
1.

2.

3.



4.



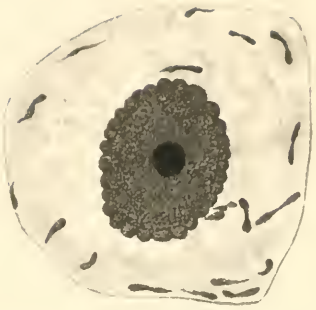
5.

6.

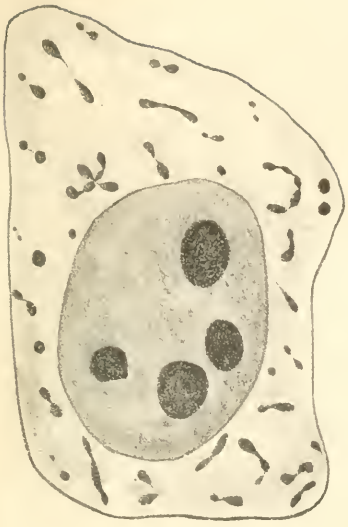
7.

8.

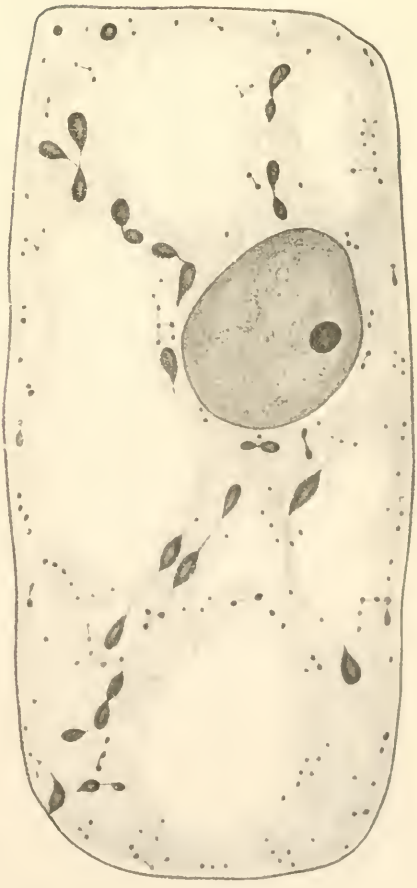
9.



10.

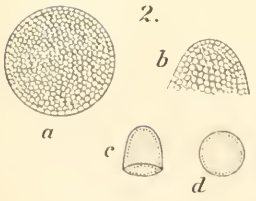


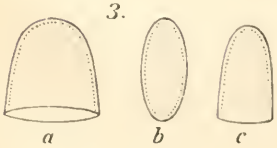
11.

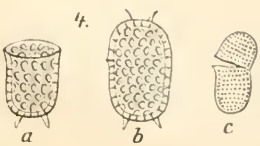


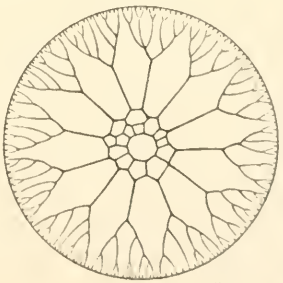
13.

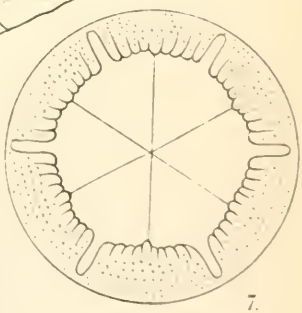
12.

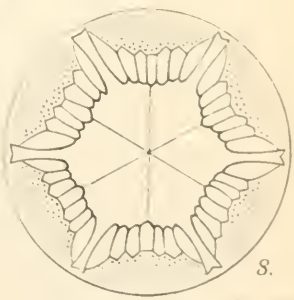






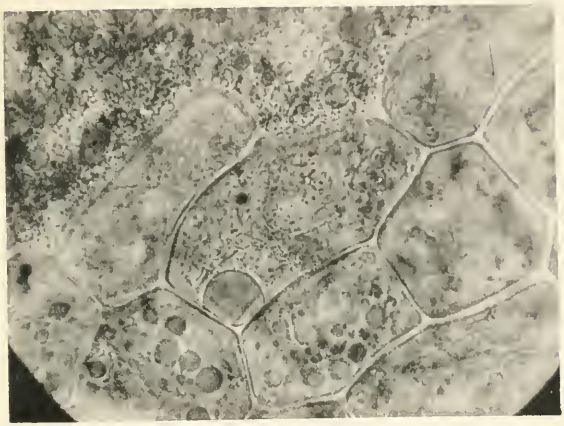




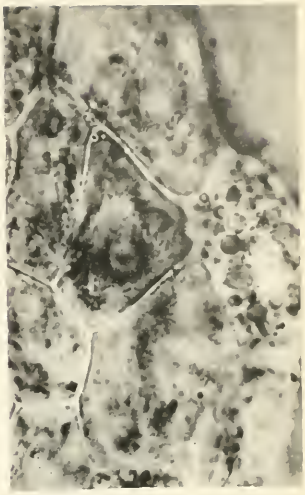


Otto Müller gez.

1

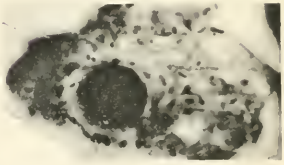


3

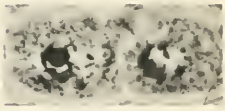


2

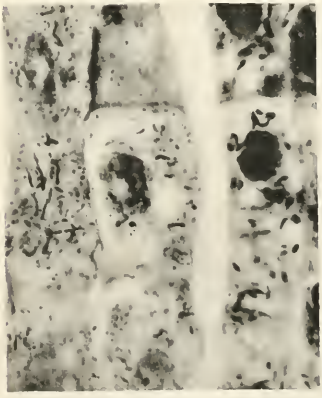
7



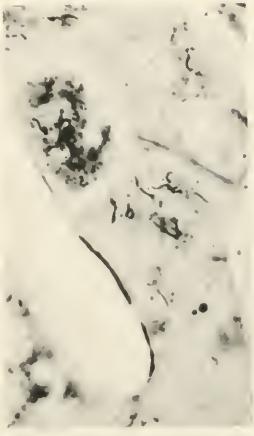
8



4

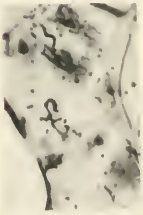


5



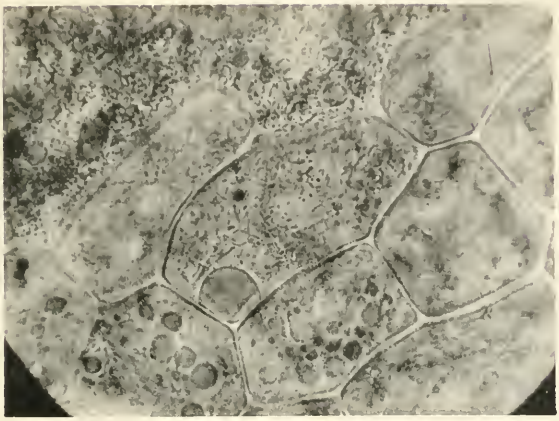
9

6

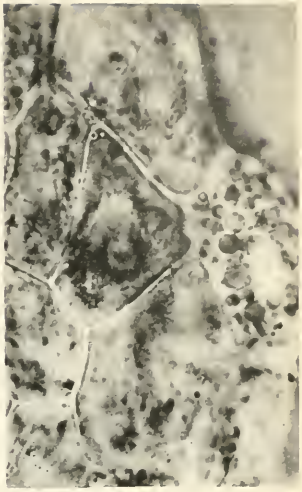


G. Lewitsky phot.

1

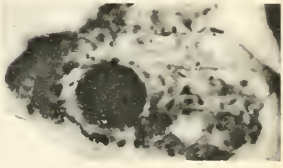


3

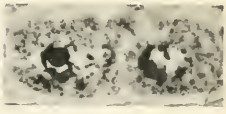


2

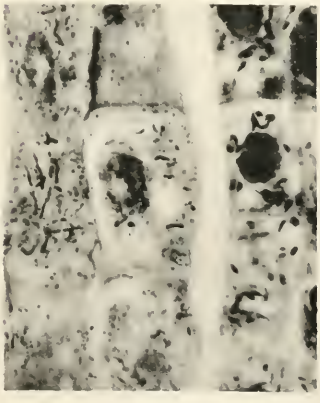
7



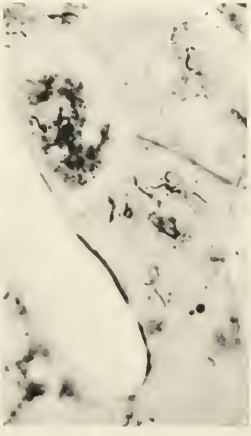
8



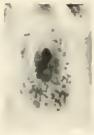
4

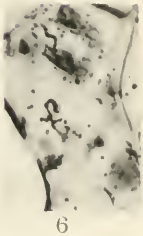


5



9

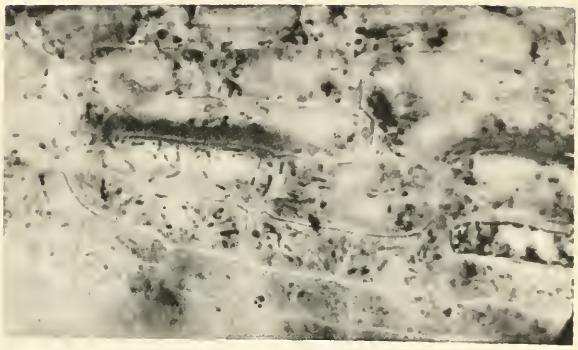




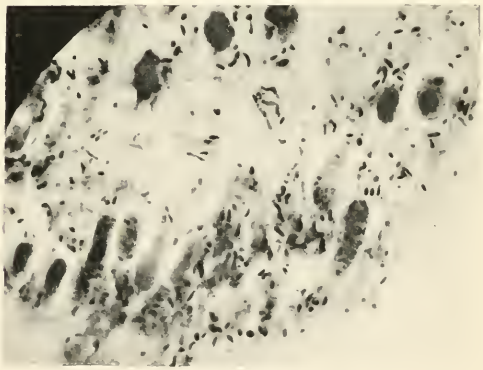
6

G. Lewitsky phot.

1

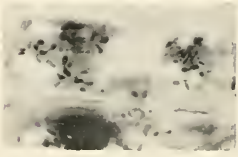


2



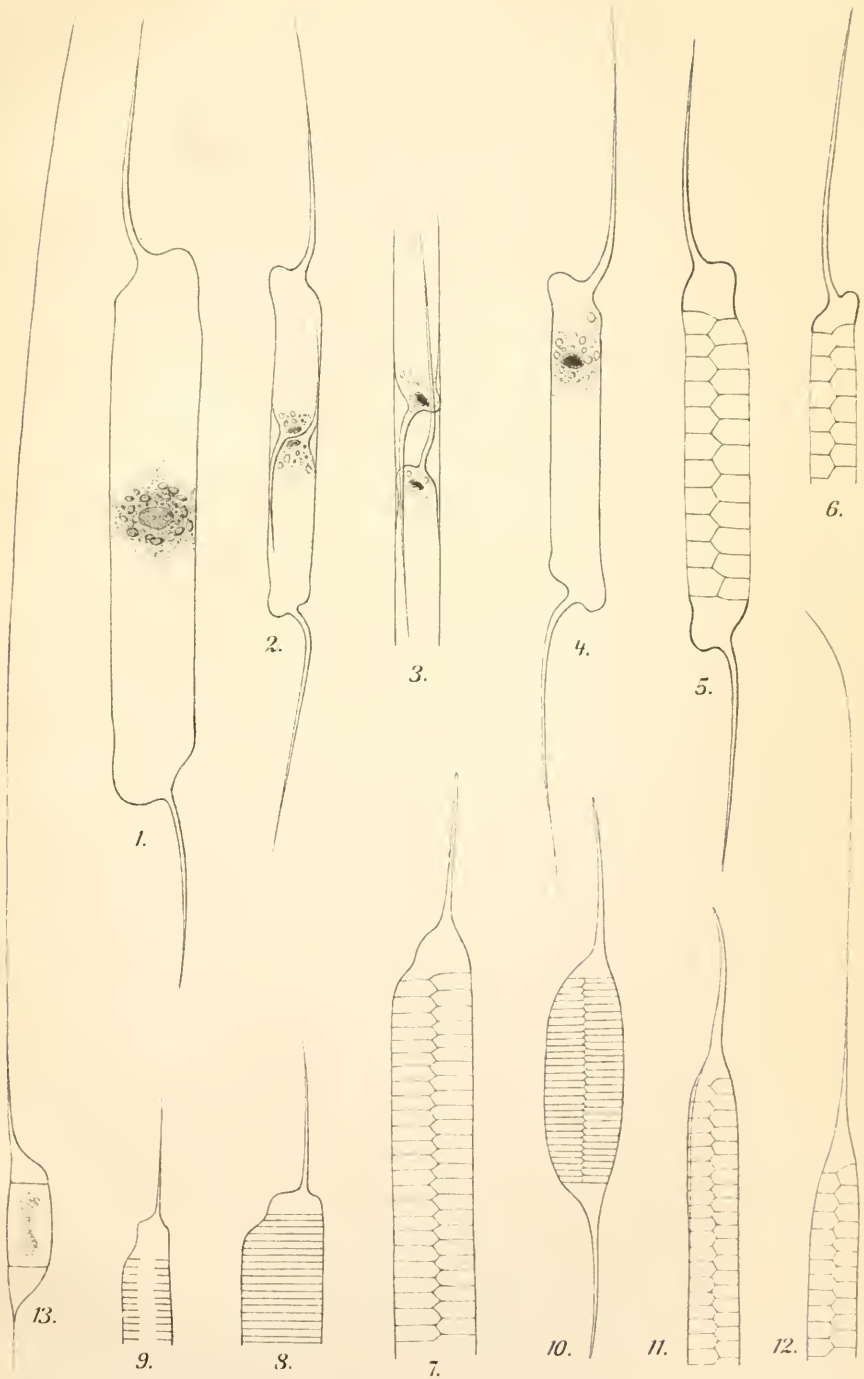
I

3

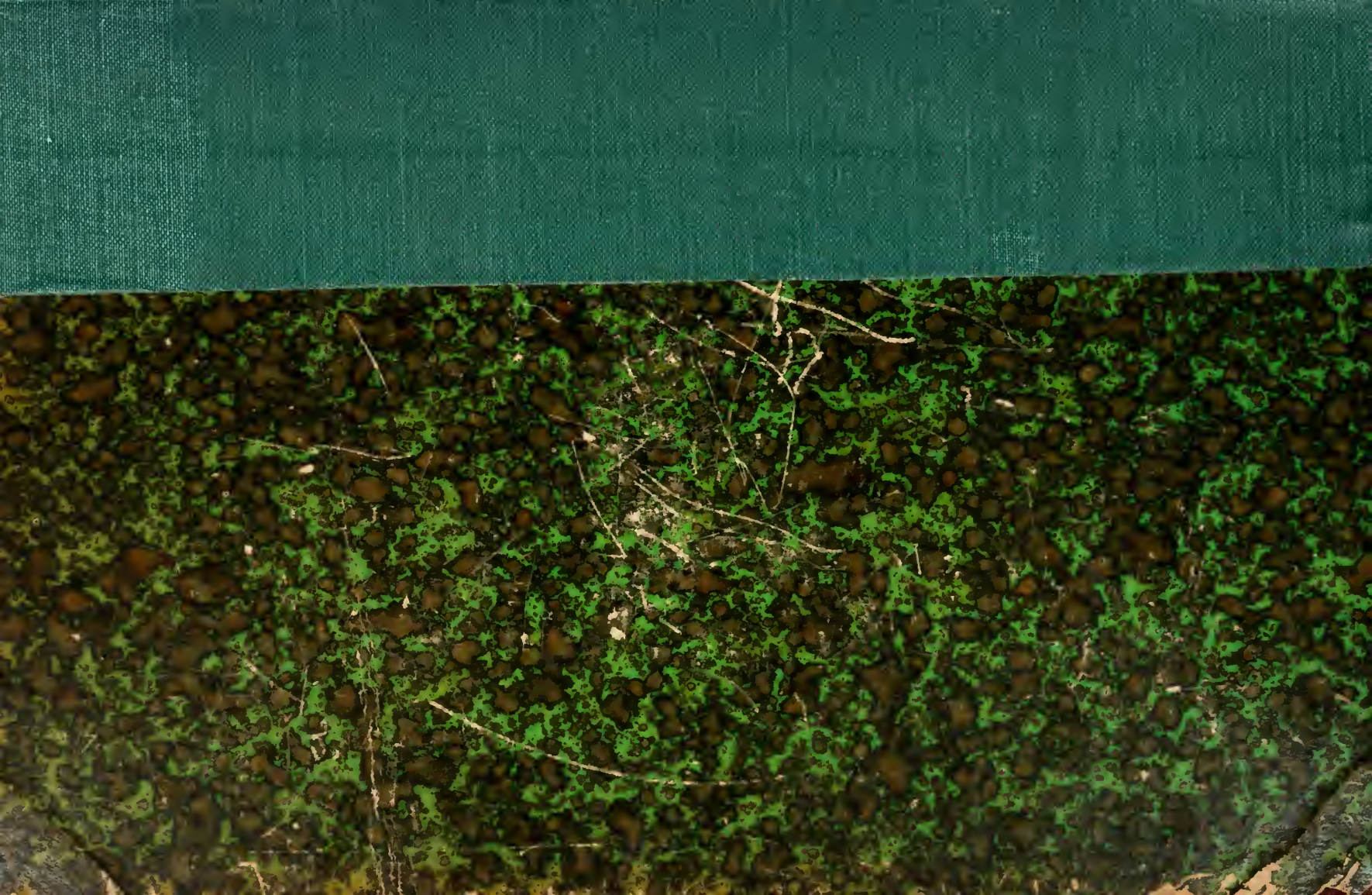


II

G. Lewitsky phot. u. gez.



Br. Schröder gez.

E. Lauelith.

3 5185 00259